اطلاقی میکانیات

جلد اوّل

سلسلۂ نصاب تعلیم جامعۂ عثمانیہ

نشان ۳۵۸

اطلاقی میکانیات

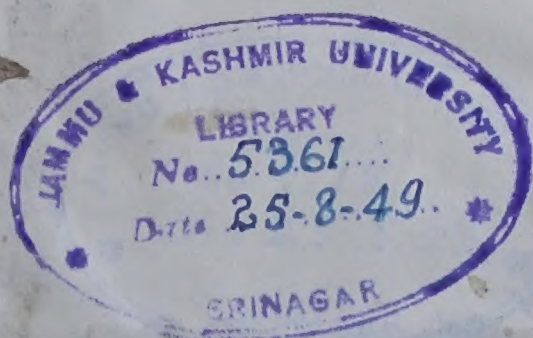
ST 01

جلد اول - حصۂ اول

اشاعت ۱۸۹۶ء

Ro

مصنفۂ
لفٹنٹ کرنل ایلن کننگھم، آر - ای
اعزازی رکن کنگس کالج لندن، سابق مددگار پرنسپل تھامسن سیول انجینیرنگ کالج
بنظرثانی واضافہ از
میجر جے - اچ - سی - ہریسن، آر - ای
سابق مددگار پرنسپل تھامسن سیول انجینیرنگ کالج
مترجمۂ
مولوی ضیاء الدین صاحب انصاری
ام - اے (عثمانیہ) بی - ایس سی آنرز (مینچسٹر) اے - ام - آئی - ای
پروفیسر سیول انجینیری، کلیۂ انجینیری جامعۂ عثمانیہ

۱۳۶۵ھ م ۱۳۵۵ف م ۱۹۴۶ء
مطبوعۂ

فہرست مضامین

اطلاقی میکانیات

جلد اول

حصہ اوّل - راست زور

مضامین	صفحات
لچک کی حد، لچک کی قدریں	۱۰۲
هوک کا قانون اور لچک کا مقیاس	۱۰۲ و ۱۰۳
راست اور قاطع لچک	۱۰۴ و ۱۰۵
راست لچک کا مقیاس	۱۰۶ تا ۱۰۹
انصرافی لچک	۱۱۰ و ۱۱۱
راست بازگشتگی اور اُس کا مقیاس	۱۱۲ و ۱۱۳
لٹھا گاڑنا	۱۱۴ تا ۱۱۶
باب پنجم - چھت قینچیوں کے زور	
راست، قاطع، مروڑ، زور	۱۱۷ تا ۱۱۹
"آزاد جوڑوں" کا مفروضہ	۱۲۰
کھُلے (بے رباط) کثیر الاضلاع	۱۲۱
بوجھ، مستقل، اتفاقی، انتصابی، عمادی	۱۲۲ تا ۱۲۸
جوڑوں پر دباؤ، سہاروں کے ردِ عمل	۱۲۹ تا ۱۳۱
جوڑوں پر کسے بوجھوں کی تحلیل	۱۳۲ و ۱۳۳
بے فساد سلاخیں، غیر معین مسئلہ	۱۳۴ و ۱۳۵
ترقیم، عام ضابطے	۱۳۶ تا ۱۴۰
تحلیل کا طریقہ { راج کھم قینچی	۱۴۱ تا ۱۴۶
تحلیل کا طریقہ { رانی کھم قینچی	۱۴۷ تا ۱۵۴
کثیر الاضلاعی طریقہ (کلارک میکسول کا)	۱۵۵ تا ۱۵۸
مجموعی عملی زور	۱۵۹ و ۱۶۰
کثیر الاضلاعی طریقہ کی مثالیں	۱۶۱

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

رُڑکی کی درسی کتاب

اطلاقی میکانیات

تمہید

اپنے وسیع مفہوم میں اطلاقی میکانیات کسی قسم کے "مادے" پر کسی طرح سے لگائی ہوئی بیرونی قوتوں کے اثر کی علمی بحث کا نام ہے۔ لیکن عام طور پر اس اصطلاح کا استعمال محدود ہے۔ وزن اور معیارِ حرکت کی تحقیقات تک (اس طرح حرارت، برق وغیرہ اس سے خارج ہیں) اور یہ بھی انھیں مسالوں کی حد تک جو فنِ انجینیری میں تمام قسم کی تعمیروں میں عام طور پر استعمال ہوتے ہیں خواہ یہ عمارتوں سے متعلق ہوں یا مشینوں سے۔ اس کتاب میں اطلاقی میکانیات کی اصطلاح اِن ہی معنوں میں استعمال کی گئی ہے۔

اِس علم کا بڑا علمی مفاد تعمیروں کی تجویز میں ہے۔ اس کی مکمل بحث میں اعلیٰ ریاضیاتی تحلیل کی ضرورت ہوتی ہے۔ لیکن ایک عملی کتاب کے لیے جیسی کہ یہ ہے اس قدر چھان بین کی ضرورت نہیں۔

چونکہ اس کتاب سے مقصود ہے کہ طلبہ کی ایک درسی کتاب ہونے کے علاوہ ہندوستان کے انجینیروں کے لیے حوالے کی کتاب کا کام بھی دے اس لیے اس میں اُن عملوں سے کام نہیں لیا گیا جن میں صغیریات کا استعمال ضروری ہے۔ الّا اُن مسائل کے جو اِن کے بغیر حل نہیں ہو سکتے۔ اور ایسی صورتوں میں بھی روزمرہ کے کام میں آنے والے ضروری مسائل کے حل ایسے سہل پیرائے میں بتائے گئے ہیں کہ معمولی ابتدائی علمِ ہندسہ جاننے والا بھی انہیں سمجھ سکے۔ وہ حصے جن میں صغیریات کا استعمال کیا گیا ہے باریک قلم سے لکھے گئے ہیں۔ اور صِرف اعلیٰ جماعتوں کے طلبہ کے لیے مقصود ہیں۔

حوالہ جات:— اس کتاب میں دفعات کا شمار ہندسوں سے اس طرح کیا گیا ہے جیسے ۵۹ — ہر باب کے لیے مساوات کا نمبر سلسلہ توسین میں ڈالا گیا ہے جیسے (۲۵)۔ اور کسی کُلیہ کی متعدد صورتوں کو اس طرح تمیز کیا گیا ہے جیسے ۱ یا ۲ وغیرہ یا حروف تہجی جیسے (ا)، (ب)۔

طلبہ کے لیے نصاب

چونکہ اس کتاب کو بطور حوالے کی کتاب کے مرتب کیا گیا ہے اس لیے یہ لازمی تھا کہ بہت کچھ ایسی باتیں بتائی جائیں جو طلبہ کی استعداد سے باہر ہوں۔ ذیل کا نصاب ابتدائی مطالعہ کے لیے بہت کافی ہوگا۔

حصۂ اوّل

راست زور

تمہید — مطالعہ کرو۔

باب اول — دفعہ ۲۰ صورت ۲ حذف کرو۔

باب دوم — دفعات ۲۸ تا ۳۷ اور ۳۹، ۴۲ مطالعہ کرو۔

باب سوم — دفعہ ۷۹ حذف کرو۔

باب دوم وسوم کا ضمیمہ مطالعہ کرو۔

باب چہارم دفعات ۸۶ تا ۹۵ اور ۱۰۲ تا ۱۰۴ مطالعہ کرو۔
باب پنجم تمام مطالعہ کرو۔

حصّۂ دوم
عرضی فساد

باب ششم، ہفتم و ہشتم تمام مطالعہ کرو۔
باب نہم دفعات ۲۲۰، ۲۲۴ حذف کرو۔
باب دہم دفعہ ۲۲۴ حذف کرو۔
باب دوازدہم تمام مطالعہ کرو۔
باب سیزدہم دفعہ ۲۶۴ (مثال ۲) اور دفعہ ۲۶۵ (مثال ۲) حذف کرو۔
باب چہاردہم دفعات ۲۷۲ تا ۲۷۴ حذف کرو۔
باب پانزدہم دفعات ۲۸۴، ۲۸۶ تا ۲۸۸، اور ۲۹۱ تا ۲۹۶ حذف کرو۔
باب شانزدہم دفعات ۲۹۸، ۲۹۹ مطالعہ کرو۔
باب ہفدہم دفعات ۳۰۷، ۳۰۹ اور ۳۲۷ مطالعہ کرو۔
باب ہژدہم دفعات ۳۲۸ اور ۳۵۳ مطالعہ کرو۔
باب نوزدہم و بستم تمام مطالعہ کرو۔
باب بست و یکم دفعہ ۴۰۱ حذف کرو۔
باب یازدہم و بست و دوم حذف کرو۔

باب اوّل

مبادیات

مندرجۂ ذیل تعریفات کا بغور مطالعہ کیا جائے۔ یہ اگرچہ اختیاری ہیں لیکن ثبوت کی وضاحت کے لیے ضروری ہیں۔

۱۔ بوجھ ـــــــ کسی تعمیر پر جو بیرونی قوتیں عمل کرتی ہیں اُن کو "بوجھ" کہتے ہیں: ظاہر ہے کہ کسی تعمیر کا اپنا وزن بھی ایک بوجھ ہے۔
کسی تعمیر یا اُس کے کسی جُزو پر بیرونی قوتوں کا مجموعہ اُس تعمیر یا اُس جزو کا بوجھ کہلائیگا۔ اس مجموعے میں تعمیر یا جُزو کا وزن شریک ہوگا۔
بادی النظر میں یہ معلوم ہوتا ہے کہ ردِّ عمل جو سہاروں کی جانب سے ہیں وہ بھی اس تعریف میں داخل ہیں۔ لیکن حقیقت یہ ہے کہ یہ صرف ایک طرح کی مجہول ملافعت ہیں جو توازن کی غرض سے بوجھ کی وجہ سے پیدا ہو گئے ہیں۔

مُردہ اور **زندہ بوجھ** ـــــــ بوجھ کے مستقل حصے کو مُردہ کہتے ہیں (اس میں خود تعمیر کا اپنا وزن بھی شامل ہوتا ہے:) اور تیزی سے حرکت کرنے والے (مثلاً چلتی ریل گاڑی کے بوجھ) یا دفعتہً لگائے ہوئے بوجھ (مثلاً جھٹکے یا تصادم) کو "زندہ بوجھ" کہتے ہیں۔ اس امتیاز کی بہت بڑی عملی اہمیت ہے۔ جیسا کہ آیندہ معلوم ہوگا (دفعات ۲۶، ۱۰۲ اور ۲۹۸) زندہ بوجھ کا فسادی اثر مردہ بوجھ کی نسبت بدرجہا زیادہ شدید ہوگا۔

۲۔ فساد ـــــــ کسی تعمیر یا اُس کے کسی حصے پر بوجھ کا جو اثر سب میں

پہلے مشاہدے میں آتا ہے وہ یہ ہے کہ اُس کی اصلی جسامت یا شکل میں کچھ تغیر پیدا ہو جاتا ہے مثلاً تطول یا تقصر یا بگاڑ وغیرہ -

جسامت اور شکل میں کسی قسم کا تغیر فساد کہلاتا ہے: اس طرح فساد ایک مقدار ہے جس کی ہم پیمائش کر سکتے ہیں اگرچہ خالی آنکھ سے نہ ہو- مختلف طریقوں سے بوجھ کا عمل کرنا مختلف قسم کے تغیر جسامت اور شکل میں پیدا کرتا ہے یعنی مختلف قسم کے فساد پیدا کرتا ہے (دیکھو دفعہ ۹) -

کسی خاص بوجھ کے ڈالنے سے پورے فساد فوراً پیدا نہیں ہو جاتے بلکہ اس کے لیے مہلت درکار ہوتی ہے -

۳- **مزاحمت اور مضبوطی** ـــــــــ کسی تعمیر یا اُس کے کسی حصے کا ایک لگائے ہوئے بوجھ کو سنبھالنا مزاحمت کہلاتا ہے - اور وہ طاقت جو اس ترّق کو نہ پیدا ہونے دے جو بوجھ پیدا کرنا چاہتا ہے مضبوطی کہلاتی ہے - کسی حصے کی "مضبوطی" کا اندازہ اُس "مزاحمت" سے کیا جا سکتا ہے جو وہ بوجھ کے مقابلے میں پیش کرے -

پس مزاحمت اور مضبوطی مرادف نہیں - مضبوطی اشیاء کی ایک صفت ہے جس کی مقدار کا اندازہ اُس کے فعلِ مزاحمت سے کیا جاتا ہے -

بوجھ کا فسادی عمل مکمل ہونے تک شے کے ذرات میں حرکت (اور فساد کی تبدیلی) رہتی ہے یعنی تعادل کی حالت نہیں رہتی اِس لیے اُس وقت تک مزاحمت بوجھ سے کم رہتی ہے - مگر فسادی عمل کے مکمل ہونے سے قبل کسی آن میں مزاحمت کا تعین حرکیات کا نہایت پیچیدہ مسئلہ ہے - اور اس تعین کی معمولی انجینیری میں ضرورت نہیں پڑتی -

بوجھ کا فسادی عمل مکمل ہو چکنے پر حرکت بھی بند ہو جاتی ہے اور بوجھ اور مزاحمت میں تعادل قایم ہو جاتا ہے -

عام انجنیری میں یہی صورت ملحوظ رہتی ہے -

پس

مقدارِ مضبوطی = مزاحمت = بوجھ .... (۱)

۴۔ زور ـــــ کسی تعمیر کی کسی اختیاری تراش کی دونوں جانبوں میں سے کسی ایک جانب قوتوں کے اجتماع کو زور کہتے ہیں۔

چونکہ زور، بوجھ یا مزاحمت دونوں ہو سکتا ہے۔ اس لیے بیرونی زور اور اندرونی زور میں تقسیم ہو سکتا ہے۔ کسی حصۂ تعمیر پر بیرونی زور وہ حاصل بوجھ ہے جو دوسرے حصوں پر بوجھ پڑنے سے اور ان کے توسط سے زیر بحث حصے پر منتقل ہو۔ اِس طرح کسی حصے پر بیرونی زور مجازی بوجھ ہوگا جو بالواسطہ پڑے۔

مثال ـــ کل بوجھ کا وہ جزوِ تحلیلی جو ڈھانچہ دار تعمیر کی کسی سلاخ کے متوازی ہو اُس سلاخ پر کا زور کہلائیگا۔ یہ بیرونی زور ہوگا۔

اِس طرح بیرونی زور وہ کھنچاؤ یا پچکاؤ کے میلان کی کیفیت ہے جس سے حصۂ تعمیر مجموعی طور پر متاثر ہو اور یہ کیفیت بیرونی قوت کے راست یا بالواسطہ عمل کرنے سے پیدا ہوتی ہے۔ اب اگر اس حصۂ تعمیر کی کسی تراش کے زور کی کیفیت پر غور کریں تو اندرونی زور بھی بحث میں آجاتا ہے۔

اندرونی زور ـــ تراش کا اندرونی زور اس کی کسی ایک جانب قوتوں کے اجتماع کا نام ہے۔ ایک طرف تو بوجھ کے اثرات ہیں جو مسالے کے ذریعے سے اُس تراش تک عمل کریں (یعنی بیرونی زور) اور دوسری طرف مسالے کی اُس تراش پر مزاحمت۔

اس لیے مساوات (۱) کا حوالہ دیتے ہوئے، چونکہ فساد کا عمل مکمل ہو جانے پر تعادل پیدا ہو جاتا ہے۔ بشرطیکہ بوجھ مسالے کی انتہائی مزاحمت کے اندر ہو، یہ حاصل ہوتا ہے کہ

بوجھ (یا بیرونی زور) = مزاحمت (یا اندرونی زور)

= مضبوطی ....(۱ الف)

کیونکہ تراش کا تعادل درحقیقت حاصل قوتوں سے قایم رہتا ہے جو اس کے دونوں جانب ایک دُوسری کو سنبھالے رہتی ہیں۔ اس طرح سے کہ ایک طرف تو عامل بوجھ اور دوسری طرف انفعالی مزاحمت۔ اور ہر صورت میں عمل اور ردِّ عمل مساوی اور مقابل ہوتے ہیں۔ اس سے کچھ فرق نہیں پڑتا کہ کس جانب کے

اجتماع کو عامل کہا جائے اور کس کو مجہول ۔ مگر ایک کو عامل مان لینے کے بعد اس اجتماع کو بیرونی طور پر عامل بوجھ کہنا ہوگا جس کا اثر تراش کا بیرونی زور ہوگا ۔ اور دوسری جانب کے ردِ عمل کو انفعالی مزاحمت ماننا ہوگا جو کہ تراش کے ریشوں کے اندرونی زوروں کا مجموعہ ہوگا ۔

۵ ۔ بوجھ، فساد، مزاحمت، مضبوطی اور زور ——— یہ واضح ہوگا کہ بوجھ کا پہلا اثر فساد ہوتا ہے جس کا مزاحمت مقابلہ کرتی ہے ۔ اور ان قوتوں کا اجتماع جو بوجھ کی وجہ سے کسی تراش کی دونوں جانب پیدا ہوں زور کہلائیگا ۔ اس طرح فساد، مزاحمت اور زور سب بوجھ سے پیدا ہوتے ہیں ۔

نیز بوجھ، مزاحمت اور زور ایک قسم کی چیزیں ہیں ۔ اور ایک ہی طرح کی اکائیوں سے ان کی پیمائش ہوتی ہے (عموماً پونڈ یا ٹن سے) ۔

مضبوطی ایک وصف ہے جس کی پیمائش مزاحمت سے ہوتی ہے مگر یہ مسالے کے اندر طبعی طور پر موجود ہوتی ہے ۔

فساد ایک مقدار ہے جس کو ہم انچوں میں یا قوسی پیمانے، وغیرہ میں ناپ سکتے ہیں ۔ اس کا مشاہدہ بھی ممکن ہے اگرچہ خالی آنکھ سے نہ ہو ۔ مندرجۂ ذیل مثال سے ان اصطلاحات کا مفہوم اچھی طرح سمجھ میں آجائیگا :-

مثال ——— ایک آدمی وزن و اٹھاتا ہے ۔ و بوجھ ہے : اور اس بوجھ سے اُس کے ہاتھ کے کسی پٹھے میں جو تطول پیدا ہوتا ہے وہ اس پٹھے کا فساد ہے ۔ اِس پٹھے کی کسی تراش پر جو سہارا بوجھ کو ملتا ہے وہ اس تراش کی مزاحمت ہے ۔ اور اس تراش کی کسی جانب قوتوں کا عمل اس تراش کا زور ہے ۔ جب حرکت یعنی فساد کا تغیر بند ہو جائے تو دونوں جانبوں کے زور برابر اور مقابل ہونگے ۔ پٹھا فساد کی حالت میں ہے ۔ جو اس صورت میں تطول ہے ۔ تھکن کا احساس، زور کا ثبوت دیتا ہے ۔ اور اس کا اندازہ بتاتا ہے ۔

۶ ۔ حدت کی درجہ بندی ——— پانچوں مقداریں بوجھ، فساد، مزاحمت، مضبوطی اور زور اپنی حدت کے لحاظ سے چار چار درجے رکھتی ہیں ۔ یعنی (۱) شکستی یا انتہائی (۲) ثابت (۳) عملی یا بے خطر (۴) حقیقی ۔

چونکہ یہ پانچوں مقداریں ایک ساتھ بدلتی ہیں اس لیے ان مدارج سے ایک ساتھ گزرتی ہیں اور ان کے باہمی تعلقات وہی رہتے ہیں جو اوپر بیان ہو چکے ہیں - اور مساوات (۱ الف) کا اطلاق بدستور ہوتا ہے -

(۱) شکستی یا انتہائی بوجھ وہ "مُردہ بوجھ" ہے جو شکستگی کے لیے عین کافی ہو۔ اس کے لیے حرف ب استعمال کیا جائیگا (اور یہ پونڈوں میں ناپا جائیگا)۔اس سے انتہائی فساد، انتہائی مزاحمت اور انتہائی زود وقوع میں آتے ہیں -

انتہائی مضبوطی کی پیمائش شکستی بوجھ سے کی جاتی ہے -

(۲) ثابت بوجھ وہ اعظم "مردہ بوجھ" ہے جس سے کسی حصے کا امتحان مستقل خلل پیدا کیے بغیر کیا جا سکے۔ اس سے ثابت فساد، ثابت مزاحمت اور ثابت زود پیدا ہوتے ہیں -

ثابت مضبوطی کی پیمائش ثابت بوجھ سے ہوتی ہے -

یہ تجربہ سے تحقیق ہو چکا ہے کہ ثابت بوجھ شکستی بوجھ کی ایک کسر ہے جو سالے پر منحصر ہے اور جو $\frac{1}{2}$ سے $\frac{1}{4}$ تک ہو سکتی ہے -

(۳) عملی یا بے خطر بوجھ وہ اعظم "مردہ" بوجھ ہے جو کوئی چیز ایک عرصہ تک بغیر نقصان کے برداشت کر سکے۔ یہ و سے تعبیر کیا جائیگا (پونڈوں میں ہوگا)۔ ظاہر ہے کہ یہ ثابت بوجھ سے کم ہونا چاہیے تاکہ مال مسالے کے نقص یا کاریگری کی خرابی کی رعایت ہو سکے۔ عام طور پر یہ شکستی بوجھ یا ثابت بوجھ کی کوئی کسر مان لی جاتی ہے (جو تجربہ سے قرار پائی ہے - اس سے عملی یا بے خطر فساد، عملی یا بے خطر مزاحمت اور عملی یا بے خطر زود پیدا ہوتے ہیں -

عملی یا بے خطر مضبوطی کا اندازہ عملی یا بے خطر بوجھ سے ہوتا ہے -

چاروں درجوں میں اہم ترین درجہ عملی یا بے خطر کا ہے - انجنیری کا یہ اُصل قاعدہ ہے کہ تمام تعمیروں کو اس طرح تجویز کیا جائے کہ اُن پر زیادہ سے زیادہ اتنا بوجھ مستقل طور پر پڑے -

(۴) حقیقی بوجھ وہ بوجھ ہے جو کسی تعمیر یا اس کے کسی حصے پر فی الواقع عائد ہو۔ اگر یہ ہنگامی ہے تو اس کو ثابت بوجھ سے کم ہونا چاہیے اور اگر کچھ عرصے کے لیے ہے تو اس کو عملی یا بے خطر بوجھ سے (جس کے لیے یہ تعمیر تجویز ہوئی ہو) کم ہونا چاہیے۔ معمولی طور پر انجینیری میں کبھی کبھی اس کی بھی ضرورت پیش آتی ہے کہ حقیقی بوجھ کے اثرات یعنی حقیقی فساد، حقیقی مزاحمت اور حقیقی زور پر غور کیا جائے۔

۷۔ **قدر سلامتی** —— اس اصطلاح کو مختلف مصنفین نے ذیل کی تین نسبتوں کے لیے مختلف طور پر استعمال کیا ہے :—

شکستی بوجھ : ثابت بوجھ : عملی یا بے خطر بوجھ

مگر اس کتاب میں یہ عام طور پر شکستی بوجھ اور عملی یا بے خطر بوجھ کی نسبت کے لیے استعمال ہوگی۔ اور حرف س سے تعبیر کی جائیگی۔

لہٰذا　قدرِ سلامتی = شکستی بوجھ ÷ عملی بوجھ

یعنی　س = ب ÷ و

اور　ب = س و　...................... (۲)

چونکہ "زندہ بوجھ" (یعنی اچانک بوجھ) کا اثر شروع میں "مُردہ بوجھ" (یعنی آہستہ آہستہ لگائے ہوئے بوجھ) کے اثر سے دوگنا ہوتا ہے (دیکھو دفعات ۲۶، ۲۷ بازگشتگی) اس لیے ہر قسم کے زندہ بوجھ کے لیے قدرِ سلامتی کو مُردہ بوجھ کی قدرِ سلامتی سے دوگنا رکھا جاتا ہے اور "شکستی بوجھ" کا جیسا کہ تعریف میں آچکا ہے مُردہ بوجھ کے تجربے سے تعین کیا جاتا ہے۔

پس اگر کسی تعمیر پر وَ مُردہ بوجھ ہو اور وً زندہ بوجھ اور ان کے متناظر سلامتی کی قدریں سَ اور سً ہوں تو

ب = سَ وَ + سً وً = سَ وَ + ۲ سَ وً　...................... (۳)

سلامتی کی قدروں کا تعین تجربے سے کیا جاتا ہے اور وہ مختلف مسالوں کے لیے مختلف ہوتی ہیں۔ اور بوجھ پڑنے کے مختلف طریقوں کے لیے بھی مختلف۔ پھر ان کی قیمتوں میں مختلف ماہروں کا بھی مختلف خیال ہے۔

ڈھلے لوہے اور پٹواں لوہے کے ثابت بوجھ کو عموماً شکستی بوجھ کا

$\frac{1}{4}$ رکھا جاتا ہے۔

چوبینہ، پتھر اور اینٹ کو عموماً ثابت بوجھ کے لیے آزمایا نہیں جاتا اس لیے اُن کے لیے کوئی مسلمہ نسبت اب تک قایم نہیں ہوئی۔

بطور پیشۂ انجینیری کے تجربوں کے خلاصے کے قدرِ سلامتی کی مندرجۂ ذیل قیمتوں کا اندراج بموجب پروفیسر ڈبلیو۔ جے۔ ایم۔ رنکین[1] کیا گیا ہے (کتاب سول انجینیرنگ مصنفہ رنکین طبع ششم دفعہ ۱۴۳)۔

صورتیں	قیمت س = ب ÷ و	
	مردہ بوجھ	زندہ بوجھ
بہترین مسالہ اور کاریگری	۲	۴
عمدہ مسالہ اور کاریگری : دھات میں	۳	۶
" " " : چوبینہ میں	۴ تا ۵	۸ تا ۱۰
" " " : چنائی میں	۴	۸

مناسب موقعوں پر دیگر قیمتیں تفصیل کے ساتھ درج کی جائینگی۔ اس وقت اتنا اور لکھ دینا کافی ہوگا کہ بہت سے مصنفین کا خیال ہے کہ چوبینہ میں مُردہ بوجھ کے لیے س کی مناسب قیمت ۱۰ ہے۔

۸۔ شکستگی یا انشقاق کا مقیاس

شکستی بوجھ کی حدت (پونڈ فی مربع انچ رقبہ) کو شکستگی کا مقیاس کہتے ہیں۔ اور اس کی کتابت میں حرف ف کے ساتھ کوئی لاحقہ لکھ دیا جاتا ہے تاکہ شکستگی کی نوعیت ظاہر ہو سکے۔ (دیکھو دفعہ ۱۱) پس —

شکستگی کا مقیاس یا ف = شکستی بوجھ کی حدت (پونڈ فی مربع انچ میں)۔

= ایسے ٹکڑے کا شکستی بوجھ پونڈوں میں جس کی عمودی تراش کا رقبہ ایک مربع انچ ہو .... (۴)

[1] Prof., W.J.M. Rankine

۹۔ بوجھ کا عمل ـــــــ یہ دو طرح کا ہوتا ہے۔ ایک طولی اور دُوسرا عرضی

(۱) طولی یا راست بوجھ راست عمل کرتا ہے۔ اس کی دو متقابل قسمیں ہیں: تنشی بوجھ، فشاری بوجھ۔

(۲) عرضی بوجھ بالواسطہ عمل کرتا ہے۔ اس کی تین قسمیں ہیں: جزی بوجھ، مروڑ کا بوجھ اور خماؤ کا بوجھ۔

بوجھ کی ان پانچوں قسموں کے لیے علٰحدہ قسم کے فساد، مزاحمت، شکستگی اور زور پیدا ہوتے ہیں جن میں سے اکثر کے خاص نام ہیں۔ مضبوطی کی قسمیں اور شکستگی کے مقیاس بھی اسی طرح ہر قسم کے بوجھ کی مناسبت سے خاص ناموں سے موسوم ہوتے ہیں۔ ان سب کا اندراج ذیل کی جدول میں کیا گیا ہے تاکہ ایک نظر میں سب کے سب معلوم ہو سکیں۔ دو نئی اصطلاحوں 'کیفیتِ فساد' اور 'ملائمت' کا اضافہ کیا گیا ہے۔ ملائمت کے واسطے دیکھو دفعہ ۸۶۔

اکثر یہ ہوگا کہ بوجھ ایک طرح پڑیگا اور وقتِ واحد میں متعدد فساد اور زور، وغیرہ، علاوہ ان کے جو اس سے مختص ہیں پیدا کریگا۔ اِن کا ذکر بعد میں آئیگا۔

کارہائے انجینیری میں بوجھ کے عمل کے اہم ترین طریقے یہ ہیں:۔

(۱) تناؤ (۲) پچکاؤ (۳) خماؤ۔ یہ دکھایا جائیگا کہ خماؤ کے پھر یہ حصے ہو سکتے ہیں (۱) تناؤ (۲) پچکاؤ (۳) جز۔ کارہائے انجینیری میں مروڑ کا زور بہت کم وقوع پذیر ہوتا ہے۔ پس مروڑ کے زور پر غور کرنے کی ضرورت شاذ و نادر ہی ہوتی ہے۔

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ فساد اور زور کی بڑی قسمیں (۱) تناؤ (۲) پچکاؤ اور (۳) جز ہیں۔ ان میں بھی پہلی دو، انجینیری میں زیادہ اہمیت رکھتی ہیں۔

۱۰۔ مندرجۂ ذیل جدول سے یہ خیال پیدا ہوگا کہ بہت سی غیر ضروری اصطلاحات کا استعمال کیا گیا ہے۔ اور در اصل یہ ضروری نہیں کہ یہ سب کسی ایک کتاب میں استعمال کی جائیں مگر یہ سب علمِ انجینیری میں برتی جاتی ہیں اور ان سے واقف ہونا ضروری ہے تاکہ مختلف مصنفین کی تصانیف سمجھ میں آسکیں۔

بوجھ	بوجھ پڑنے کا طور	فساد	کیفیتِ فساد	مضبوطی	زور	شکستگی	ملائنت	لاحقہ	انشقاق کا مقیاس	لچک کا مقیاس
راست یا طولی	کھنچاؤ کے طور پر	تطول	تناؤ	استحکام	تناؤ	پھٹاؤ	بسط پذیری	ت	ف ت	ع ت
	دباؤ کے طور پر	تقصر	پیچکاؤ	کچلاؤ کی مضبوطی	فشار	کچلاؤ	فشار پذیری	ک	ف ک	ع ک
عرضی	ماسی	بگاڑ	جز	جزی مضبوطی	پھسل	جز	مروڑ کی قابلیت	ز	ف ز	ع ز
	گردشی	مروڑ	مروڑ	مروڑ کی مضبوطی	مروڑ	مروڑ	—	م	ف م	
	عرضی یا خماؤ کا	انصراف	خمیدگی	عرضی مضبوطی	تناؤ، پیچکاؤ اور جز کا مرکب	انشقاق	خم پذیری	ش	ب ش	ع ص

۱۱۔ عام ترقیم ـــــ مندرجۂ ذیل عام ترقیم اس کتاب میں استعمال کی جائیگی اور یہاں اس کو اکٹھا کردیا گیا ہے تاکہ بروقت آسانی سے مدد مل سکے۔

گو تحصیل علم میں آسانی کے لیے یہ بہت مفید ہے کہ ایک ہی قسم کی ترقیم استعمال کی جائے مگر اطلاقی میکانیات جیسے وسیع علم میں جو ترقیم درکار ہے اس کا چند حروف میں بیان کردینا محالات سے ہے اور خاص مواقع کے لیے جو اضافہ اور ترمیم ضروری ہونگے اُن کا ذکر کردیا جائیگا۔

اس فہرست میں ضرورتاً بہت سی ایسی اصطلاحوں کو شریک کردیا گیا ہے جو ابھی محتاجِ تشریح ہیں۔

[نوٹ :۔ مختلف کتابوں کے ضابطوں پر عمل کرتے وقت وزن اور ناپ کی اکائیوں کی احتیاط سے تحقیق کرلینی چاہیے]۔

اس کتاب میں جو اکائیاں استعمال ہوئی ہیں وہ عام طور پر یہ ہیں :۔

اؔ۔ اوِرڈوپائز پونڈ (Avoirdupois Pound)۔ بطور وزن کی اکائی کے۔

۲ؔ۔ اِنچ ـــــ بطور خطی اکائی کے۔

چند صورتوں میں دیگر اکائیوں (مثلاً ٹن، فٹ) کا بھی سہولت کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ مگر یہ ترقیم سے واضح ہو جائیگا۔

اور یہ بھی معلوم ہوگا کہ کسی حرف پر ایک زبر مردہ بوجھ اور دو زبر زندہ بوجھ ظاہر کرنے کے لیے لگائے جاتے ہیں اور لاحقے ت، ک، س، خ، تناؤ، بچکاؤ، جز، خماؤ کو ظاہر کرتے ہیں۔

ب = مُردہ شکستی بوجھ (پونڈوں میں)۔

ب = ب کی حدت (پونڈ فی مربع انچ میں)۔

و = عملی یا بے خطر وزن (پونڈوں میں)۔

وَ = مردہ یا بے خطر وزن (" ")۔

وً = زندہ یا بے خطر وزن (" ")۔

و، وَ، وً = علی الترتیب و، وَ، وً کی حدت (پونڈ فی مربع انچ)۔

ف = راست طولی شکستی بوجھ کی حدت (پونڈ فی مربع انچ)۔

فت = راست تناؤ کے انتہائی زور کی حدت یا استحکام کا مقیاس (پونڈ فی مربع انچ)۔

فد = راست پچکاؤ کے انتہائی زور یا کچلاؤ کا مقیاس (پونڈ فی مربع انچ)۔

نوٹ:- علامات ب، بَ، وَ، و شکستی یا عملی بوجھ کے علاوہ بعض دفعہ عام بوجھ اور قوتوں کے لیے بھی استعمال ہوتی ہیں مگر ذرا توجہ کرنے سے خلط ملط واقع نہ ہوگا۔

بش = انشقاق کی قدر = فش ÷ ۱۸ (پونڈ فی مربع انچ میں) (دفعات ۲۱۸ تا ۲۲۱)۔

فش = انشقاق کا مقیاس = ۱۸ بش (پونڈ فی مربع انچ میں)۔

س = قدرِ سلامتی عموماً (و سے متعلق) = ب ÷ و

سَ = قدرِ سلامتی (مردہ بوجھ وَ سے متعلق) = ب ÷ وَ

سً = قدرِ سلامتی (زندہ بوجھ وً سے متعلق) = ب ÷ وً

زت = راست تناؤ کے زور کی بےخطر حدت (ٹن فی مربع انچ میں) = فت ÷ ۲۲۴۰ س

زد = راست پچکاؤ کے زور کی بےخطر حدت (ٹن فی مربع انچ میں) = فد ÷ ۲۲۴۰ س

سا = رقبہ (مربع انچوں میں) کسی شے کی تراش عمودی کا۔

سات = خالص رقبہ (مربع انچوں میں) تناؤ سے متاثر۔

ساج = خالص رقبہ (مربع انچوں میں) جز سے متاثر۔

ساد = خالص رقبہ (مربع انچوں میں) پچکاؤ سے متاثر۔

اس طرح (شہتیروں میں) سا = سات + ساد + ساج

ض = رقبہ سا کا عرض (انچوں میں)۔

ق = رقبہ سا کی گہرائی (انچوں میں)۔

م = " " موٹائی (انچوں میں)۔

لَ = طول (انچوں میں)۔
ل = طول (فٹوں میں)۔
∴ لَ = ۱۲ ل

لہ = فساد (انچوں میں) ل کا۔

لہت = ل کا تطول (انچوں میں)۔

لہد = ل کا تقصر (انچوں میں)۔

ع = لچک کا مقیاس پونڈ فی مربع انچ میں۔
عت = تناؤ کی لچک کا مقیاس 〃 〃
عپ = پچکاؤ کی لچک کا مقیاس 〃 〃
عن = انصراف لچک کا مقیاس 〃 〃
صھ = انتہائی انصراف انچوں میں۔
لا ما ی = طول عرض اور عمق کے عام محدد۔

۱۲- تجویز کے اصول —— "تجویز" اُس فن کو کہتے ہیں جس کی مدد سے مسالہ مجوزہ بوجھ برداشت کرنے میں بدرجۂ اتم سود مند ہو۔ محض نظری اطلاقی میکانیات میں اس کا یہ مفہوم سمجھنا چاہیے کہ مادہ کی طاقتِ مزاحمت کا پُورا پُورا استعمال کیا جائے اور انتہائی درجہ کی کفایت ہو سکے (خوبصورتی، سہولت، اور لاگت، وغیرہ، کے لحاظ کے بعد)۔

تجویز کے اصول کا خلاصہ یہ ہے :—

"جب کسی تعمیر پر بوجھ کا فسادی عمل مکمل ہو چکتا ہے تو اس کے ہر نقطہ پر تمام قوتوں میں سکونیاتی تعادل قایم ہو جاتا ہے۔ اور اُس وقت استوار اجسام کے تعادل کے تمام اصول (جن کا ابتدائی سکونیات میں ذکر ہوا ہے) تعمیر اور اس کے ہر حصّہ پر صادق آتے ہیں۔

مزید براں تعمیر میں جزواً و کلاً **قائمیت**، **مضبوطی** اور **صلابت** ہونی چاہیے۔

پس بوجھوں اور مزاحمت میں مندرجۂ ذیل رشتے قایم ہو جانے چاہییں (دیکھو دفعات ۱۳، ۱۴، ۱۵)۔

۱۳- قائمیت ——

اس کے شرائط یہ ہیں :

(۱) تمام بیرونی قوتوں کے (جن میں تعمیر کا وزن اور سہاروں کے ردِ عمل شامل ہیں) اجزائے تحلیلی کے جبری مجموعے جو کسی تین علی القوائم یا مائل خطوط کے متوازی ہوں صفر ہونے چاہییں۔ ....

(۲) تمام بیرونی قوتوں کے معیاروں کے جبری مجموعے جو کسی تین علی القوائم یا مائل محوروں کے گرد ہوں صفر ہونے چاہییں۔ .... (۶)

یہ چھ شرطیں مجموعی تعمیر کی قائمیت کے لیے لازمی اور کافی ہیں۔ اور یہی چھ شرطیں اگر تعمیر کے متفرق حصوں پر استعمال کی جائیں تو ان میں سے ہر ایک کی قائمیت کے لیے لازمی اور کافی ہونگی۔

مندرجۂ بالا شرطوں کو قائمیت کی شرطیں کہا جا سکتا ہے۔

۱۴۔ مضبوطی —— کافی مضبوطی کی شرطیں بھی اسی طرح کی ہیں۔

(۱) تمام قوتوں کے (خواہ بیرونی بوجھ سے ہوں یا اندرونی زور سے) اجزائے تحلیلی کے جبری مجموعے جو تین علی القوائم یا مائل خطوط کے متوازی ہوں ہر تراش پر صفر ہونے چاہییں۔ .... (۵ الف)

(۲) تمام قوتوں کے (خواہ بیرونی بوجھ ہوں یا اندرونی زور) معیاروں کے مجموعے جو تین علی القوائم یا مائل خطوط کے گرد ہوں ہر تراش پر صفر ہونے چاہییں۔... (۶ الف)

یہ چھ شرطیں کسی تعمیر کی ہر تراش پر مضبوطی کے لیے لازمی اور کافی ہیں۔ اور اسی طرح جب کسی حصے پر استعمال کی جائیں تو اُس حصے کی ہر تراش پر مضبوطی کے لیے لازمی اور کافی ہیں۔

۱۵۔ صلابت —— علاوہ استواری اور مضبوطی کے ہر تعمیر کے لیے مجموعی طور پر اور ہر حصے میں کافی صلابت بھی درکار ہے۔ تاکہ ایسے فسادوں کو روک سکے جن سے بدصورتی پیدا ہونے کا اندیشہ ہو کیونکہ ممکن ہے کہ اس قسم کی بدصورتی سے تعمیر کا مقصد فوت ہو جائے اگرچہ اُس میں استواری اور مضبوطی کافی موجود ہو جائز بگاڑ (فساد) اور اس کا اندازہ اُس استعمال سے کیا جاتا ہے جس کے لیے یہ عمارت تجویز کی گئی ہے صلابت کا ریاضیاتی بیان انصراف کے باب میں مذکور ہوگا۔

۱۶۔ مذکورۂ بالا اصول (دفعات ۱۳، ۱۴، ۱۵) بغور ذہن نشین کر لینا چاہییں۔ کیونکہ یہ معلوم ہو جائیگا کہ انجینیری کی ریاضیاتی بحث میں زیادہ تر ان ہی کا بار بار استعمال ہوتا ہے۔

اس سے شاید یہ خیال پیدا ہو کہ ان کا بار بار استعمال ایک مشقت ہوگی۔

مگر عملی انجینیری میں خوش قسمتی سے قوتیں عموماً اس طرح عمل کرتی ہیں کہ تقریباً سب کی سب ایک ہی ستوی میں رہتی ہیں اور جو اس ستوی سے باہر ہوتی ہیں ان کا شمار ضروری نہیں ہوتا (مثلاً قینچی، شہتیر، محراب میں شاذ و نادر ہی کسی ایسے زور کے حساب لگانے کی نوبت آتی ہے جو ان کے رُخ کے ستوی کے متوازی نہ ہو)۔

اس طرح حساب لگانے میں بہت سہولت ہوتی ہے۔ اور اگرچہ چھیو شرطوں کا مجموعہ تعادل کے لئے لازمی ہے لیکن عام طور پر حساب کرنے میں صرف تین کی ضرورت ہوتی ہے۔

یہ تین شرطیں اُن قوتوں کے تعادل سے متعلق ہیں جو ایک ہی ستوی میں ہوں۔ یعنی :-

(۱) تمام قوتوں کے جبری مجموعے جو ان کے ستویوں میں کسی دو علی القوائم یا مائل سمتوں کے متوازی ہوں فرداً فرداً صفر ہونگے .... (۵ ب)

(۲) تمام قوتوں کے معیاروں کے جبری مجموعے کسی نقطے کے گرد جو اِن کے ستوی میں واقع ہو صفر ہونگے .... (۶ ب)

یہ تین شرطیں مجموعی تعمیر میں اور اُس کے ہر حصے میں پوری ہونی چاہئیں اور نیز یہ قائمیت کے لئے بیرونی قوتوں یا بوجھوں کے لئے پوری ہوں اور مضبوطی کے لئے بیرونی بوجھوں اور اندرونی زوروں کے لئے۔

مزید براں حسن اتفاق سے ہم مقامات ایسے انتخاب کر سکتے ہیں جہاں ان شرائط سے کام لیا جائے کہ یہ ہر حصۂ تعمیر میں ایک یا دو ہوں۔ اور حساب کرنے میں اس قدر دشواریاں نہیں پڑتیں جتنی کہ ان شرائط کے محض بیان سے معلوم ہوتی ہیں۔ عرضی فساد کے باب ہشتم کے مطالعے بعد یہ اور بھی سمجھ میں آجائیگا۔

یہ بخوبی سمجھ رکھنا چاہئے کہ ان شرائط کا مکمل مجموعہ تعمیر کے ہر حصے کی ہر تراش پر پوری طرح عائد ہوتا ہے۔

۱۷۔ زور اور فساد ـــــ زور اور فساد کے عام اجتماع کی بحث اس کتاب کی استعداد سے باہر ہے۔ اور ان کی باقاعدہ بحث کے لئے طلبہ کو چاہیے کہ اعلیٰ کتابیں مثلاً ٹیٹ[1] کی نیچرل فلاسفی اور رینکن[2] کی اطلاقی میکانیات

[1] Tait　　[2] Rankine

پڑھیں۔ عملی انجینیری میں اتنی عام بحث کی ضرورت نہیں اور جو کچھ ذیل میں بتایا جاتا ہے وہ اکثر حالتوں کے لئے کافی ہوگا۔

۱۸۔ کل یا مجموعی اور حدت ـــــ جب یہ الفاظ بوجھ، مزاحمت، زور اور فساد کے ساتھ استعمال ہوں تو ان میں غور کے ساتھ تمیز کی جائے۔

تعریف ـــــ کل یا مجموعی بوجھ، مزاحمت یا زور شے کے ایک حصے پر ایک سی دی ہوئی قسم کے بوجھوں، مزاحمتوں یا زوروں کا مجموعہ ہے۔

تعریف ـــــ کل یا مجموعی فساد جسامت یا شکل کا مجموعی تغیر ہے۔

تعریف ـــــ کسی تراش کے ایک نقطے پر بوجھ، مزاحمت یا زور کی یکساں حدت وزن کی وہ مقدار ہے جو اُس نقطے میں سے گزرنیوالے اکائی رقبے پر عمل کرے۔

اس کتاب میں اس حدت کے لئے حروف ف، ب، د استعمال کئے جائینگے۔ اِن حروف کے لاحقوں سے زور کی قسم ظاہر کی جائیگی (دفعہ ۹ اور ۱۱)۔ اس حدت کی پیمائش پونڈ یا ٹن فی مربع انچ میں ہوگی۔

تعریف ـــــ کسی تراش کے ایک نقطے پر فساد کی یکساں حدت فساد کی وہ مقدار ہے جو فساد سے قبل کی اکائی پر پیدا ہو۔ مثلاً

خطی فساد کی حدت وہ تغیر (انچوں میں) ہے جو فی خطی اکائی (یعنی فی انچ) پیدا ہو۔ اسے $\frac{لہ}{ل}$ سے تعبیر کیا جائیگا۔ جہاں لہ کل تغیر ہے اور ل کل طول۔

کعبی فساد کی حدت وہ تغیر (مکعب انچوں میں) ہے جو فی کعبی اکائی (یعنی فی مکعب انچ) پیدا ہو۔

جزوی فساد کی حدت اُس زاویہ کا مماس ہے جس کے بقدر ایک مربع منشور کے زاویۂ قائمہ میں تغیر پیدا ہو۔ اس کے لئے حرف صہ استعمال کیا جائیگا۔

تعریف ـــــ کسی تراش کے ایک نقطے پر بوجھ، مزاحمت اور زور کی متغیر حدت صغیریات کے اصول سے اس طرح ناپی جا سکتی ہے۔ فرض کرو کہ

زیر بحث نقطے کے اطراف اکائی رقبے پر ہر جگہ حدت وہی رہے جو اس نقطے پر ہے تو اس رقبے پر وزن کی مقدار مطلوبہ حدت کو ظاہر کریگی ۔
بالکل اسی طرح فساد کی متغیر حدت نکالی جا سکتی ہے ۔

طالب علم یہ تعریفیں اُن تعریفوں کے مماثل پائیگا جو ابتدائی حرکیات میں یکساں اور متغیر رفتاروں اور اسراعوں کے لئے دی گئی ہیں اور ابتدائی مائع سکونیات میں سیالی دباؤ کے لئے ۔ اسلئے اگر وہ اِن پر عبور حاصل کر چکا ہے تو اُسے مندرجہ بالا تعریفوں کے سمجھنے میں کوئی دقت نہیں پیش آنی چاہیے ۔ تفرقی احصا کے طالب علم کو یہ تعریفیں ذیل کی مساواتوں کے معادل معلوم ہونگی (مقابلہ کرو مساوات (۴) سے)

ن = فرب/فری ، و = فرو/فری ، ب = فرب/فری .... (۷)

اوپر کی تعریفوں سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اگر بوجھ ، مزاحمت اور زور کی حدتوں کو خطوں سے تعبیر کیا جائے تو کُل بوجھوں ، مزاحمتوں یا زوروں کو مجسموں کے حجموں سے تعبیر کیا جا سکتا ہے ۔ اِس ترسیمی طریقے سے فائدہ یہ ہے کہ اس سے تکملی احصا نہ جاننے والے کو بھی حاصل بوجھ ، مزاحمت یا زور کی مقدار اور محلِ وقوع کا صحیح اندازہ ہو جاتا ہے ۔

۱۹ ۔ متوازی زور ایک مستوی رقبہ کے اوپر

ذیل کا عمل مستوی رقبہ س ا پر (شکل ۱۰[1]) بوجھ ، مزاحمت یا زور تینوں کے لئے درست ہے جبکہ اُن کے اجزائے ترکیبی متوازی ہوں ۔

فرض کرو کہ ب = کُل بوجھ ، مزاحمت یا زور جو رقبہ س ا پر کسی طرح تقسیم ہے ۔

اور ب = حدت اُس رقبہ کے کسی نقطہ ف پر جس کے محدد رقبہ س ا کے مستوی میں واقع ہونے والے قائم محاور و لا اور و ما کے لحاظ سے

و لَ = لا اور و مَ = ما

تب اگر حدت ب خط قَ نَ سے تعبیر کی جائے جو رقبہ س ا پر عمود ہو تو کُل بوجھ ، مزاحمت یا زور اُس منشوری یا اُستوانہ نما مجسم کے حجم سے تعبیر ہوگا جس کا قاعدہ رقبہ س ا ہے اور جس کی بالائی سطح معینوں مثلاً قَ نَ کے سرے نَ اور ایسے ہی دوسرے خطوں کے سروں سے بنیگی ۔

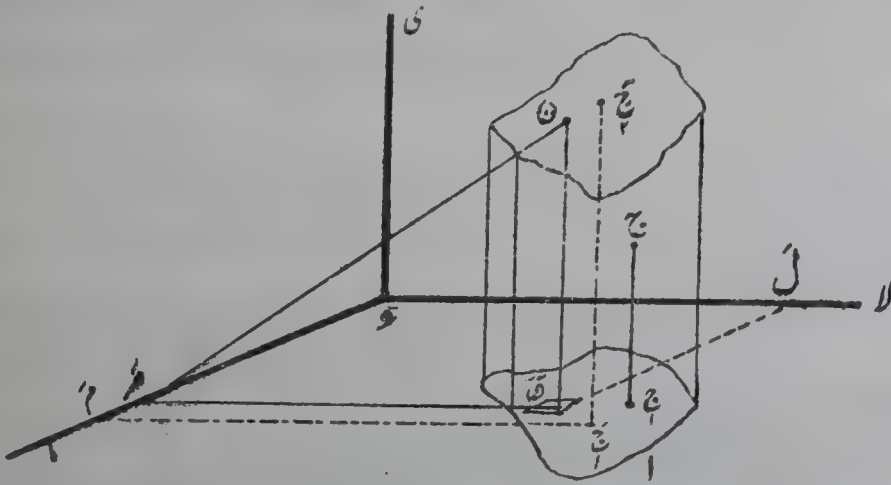
اِس لئے اگر ح اس مجسم کا حجم ہو اور د اس کے اکائی حجم کا وزن تو

[1] دیکھو نوٹ صفحہ ۱۴ ۔ سطر ۴ ۔

ب = و ی جہاں قَ نَ = ی

اور ب = و ج ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ (۸)

نیز ظاہر ہے کہ "زورکا مرکز" یعنی وہ نقطہ جس کے اوپر زور کا مجموعی حاصل عمل کرتا ہے نقطہ جَ ا ہے جو رقبہ سا میں حجم ح کے "مرکز جاذبہ" (یا زیادہ صحیح یہ کہ "مرکز مادہ") ج کے عین نیچے ہے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ (۹)

شکل ع ا

یہ دو نتائج جو کسی مستوی رقبہ پر متوازی بوجھوں، مزاحمتوں یا زوروں کے حاصل کی مقدار اور محل وقوع کی تعیین کرتے ہیں بالکل عام ہیں۔ لیکن عام صورت میں ان کو جبری ضابطوں کی شکل میں تکملی احصا کی مدد کے بغیر بیان نہیں کیا جاسکتا۔

۲۰۔ صورت ا ـــــ بوجھ، مزاحمت یا زور یکساں حالت کا۔

صرف یہی صورت ہے جو بہت سادہ ہے اور خوش قسمتی سے انجینیری میں سب سے زیادہ کارآمد بھی یہی ہے۔ اس صورت میں حدّت کے عین ق نَ وغیرہ ظاہر ہے کہ ایک ہی لمبائی کے ہونگے۔ اور مجسم کی بالائی سطح ایک مستوی رقبہ ہوگا جو رقبہ سا کے متوازی اور ہر لحاظ سے مساوی ہوگا۔ اس طرح

ح = ی × سا جہاں ی = ب/و ایک مستقل مقدار

اس لیے ب = و ح = ب ر
یعنی ب = ب / ر　　. . . . . (۸ الف)

نیز "زور کا مرکز" ر کا "مرکزِ جاذبہ" ہے . . . . (۹ الف)

اس صورت میں ب یا ب معلوم کرنے کے لیے ایک ہی دقت طلب امر ہے اور وہ رقبہ ر کا معلوم کرنا ہے۔ لیکن عملی انجینیری میں رقبہ ر عموماً کوئی سادہ شکل ہوتی ہے جس کا رقبہ علم ہندسہ کی مدد سے فوراً نکل آتا ہے۔

نوٹ ۔ نتیجہ (۸ الف) سیدھا مساوات (۷) سے عملِ تکمل سے اس طرح حاصل ہوسکتا ہے:

ف ب = ب ف ر

∴ ب = ∫ ب ف ر = ب ∫ ف ر = ب ر

صورت ۲ (الف) ـــــ بوجھ، ہزاحمت یا زور متغیر حدت ب کا لیکن ایک ہی علامت کا ـــ یعنی بالکل تناؤ کا یا بالکل بچکاؤ کا یا ایک ہی سمت کا جزئی۔ اس صورت میں ق ن ہر نقطے پر بدلتا ہے۔ اس لیے حجم ح کے لئے جبری جملہ تکملی احصاء کی مدد کے بغیر حاصل نہیں ہوسکتا۔

یہاں ب = و ح = ∫∫ ب فرلا فرما = ∫∫ ب فرلا فرما . . . . . (۸ ب)

اس میں تکمل پورے رقبے ر پر کیا گیا ہے۔

نتیجہ (۹) کو آسان ترین طریقے سے یوں بیان کیا جاسکتا ہے:-

اگر "زور کے مرکز" ج کے فاصلے محوروں سے لا، ما ہوں تو تحلیلی میکانیات کی کتابوں میں دکھایا گیا ہے کہ

لاَ = [∫∫ ب لا فرلا فرما] ÷ ب
اور ماَ = [∫∫ ب ما فرلا فرما] ÷ ب　　. . . . . (۹ ب)

حسبِ سابق تکمل پورے رقبے ر پر کیا گیا ہے۔

نیز اگر ب = ب کی اوسط حدت (یعنی گویا ب یکساں طور پر تقسیم ہے)
تو ب = ب × ر اور ب = ب ÷ ر . . . . (۱۰ ب)

صورت ۲ (ب) ۔ بوجھ، ہزاحمت یا زور متغیر حدّت

(ب) کا اور دو متضاد علامتوں کا۔

اس صورت کو صورت ۲ (الف) سمجھ کر صورت ۳ (ب) کے طریقے سے بحث کی جائے۔

صورتیں ۲ (الف) اور ۲ (ب) دونوں انجینیری میں کچھ زیادہ اہمیت نہیں رکھتیں۔

صورت ۳ — بوجھ، ہر اسمت یا زور ہموار طور پر متغیر حدّت کا۔

یہ متغیر زور کی سب میں سادہ شکل ہے۔ اور انجینیری میں بہت کار آمد۔ "ہموار طور پر متغیر" سے مطلب یہ ہے کہ ایسا تغیر جیسا رقبہ کا ہیں کے ایک خاص ثابت خط سے فاصلہ ؛ اس خط کو "صفر زور کا خط" یا "تعدیلی محور" کہتے ہیں (دفعہ ۲۹۹)۔

اس صورت میں بھی نتائج (۸) اور (۹) کسی عام شکل کے لیے جبری جملوں میں بغیر تکملی احصاء کی مدد کے بیان نہیں ہو سکتے۔

لیکن عملی انجینیری میں یہ رقبے ایسی سادہ شکل کے ہوتے ہیں اور "صفر زور کا خط" ان میں ایسی جگہ واقع ہوتا ہے کہ نتائج (۸) اور (۹) علم ہندسہ ہی کی مدد سے ہر صورت میں جبری ضابطے میں بیان ہو سکتے ہیں۔ اس کی بہت سی مثالیں آئندہ آئیں گی جن سے معلوم ہوگا کہ عملی انجینیری میں جو سادہ صورتیں پیش آتی ہیں ان میں تکملی احصاء کا استعمال لازمی نہیں اگرچہ اس کی مدد سے عمل میں خاصا اختصار ہو سکتا ہے۔

اس صورت کی دو قسمیں کی جا سکتی ہیں اور دونوں عملی انجینیری میں بہت اہم ہیں۔

(۱) زور ایک ہی علامت کا مثلاً بالکل تنشی، بالکل فشاری یا ایک ہی سمت کا یا بالکل جزی۔

مثال — سیالی دباؤ، ارضی دباؤ، یا جیسے سوراخ سازی اور شگاف سازی کے عمل میں پڑنے والا دباؤ۔

(ب) زور متضاد علامتوں کا مثلاً رقبہ کے ایک حصہ پر تنشی اور دوسرے پر کھِلنے والا یا رقبہ کے مختلف حصوں پر متضاد سمتوں کا جزی -
مثال — برآمدہ بیرم شہتیر یا گرڈر کی آڑی تراشوں پر کا زور -
صورت ۳ (ا) ایک علامت کا ہموار طور پر متغیر زور -
صفر زور کے خط کو محور وما مانو - تب زور کے ہموار تغیر کو یوں ظاہر کیا جا سکتا ہے کہ

ب یا قَ نَ ∞ مَ قَ (شکل ۱۰)

یعنی ب = سہ لا (جہاں سہ = زور کی حدت اکائی فاصلہ پر) ....(۱۱)
اب مجسم کی بالائی سطح ایک مائل مستوی ہوگی جو "صفر زور کے خط وما" میں سے گزریگی -
اس طرح نتیجہ (۸) کو اس صورت کے لیے اسی شکل میں بیان کیا جا سکتا ہے جس میں ابتدائی ماسکونیات میں مجموعی بیالی دباؤ دیا گیا ہے - یعنی :-
ج ج، مجسم کا "وسطی خط" ہے اس لیے حاصل یا مجموعی دباؤ (ب) کا خطِ عمل بھی ہے - نیز اگر رقبہ ر کا مرکزِ جاذبہ جَ ہو تو اس کا ظل جَ، بالائی سطح مستوی کا مرکزِ جاذبہ ہوگا کیونکہ بالائی سطح مستوی رقبہ ر کا ایک ظل ہے، اس لیے جس طرح ابتدائی ماسکونیات میں ہے: اگر ب اوسط دباؤ ہو تو
و × جَ جَ، = ب = سہ × مَ جَ، .... (۱۰ ج)
اس لیے ب = وح = و × ر × جَ جَ، = ب ر
= سہ × ر × مَ جَ، .... (۸ ج)
نتیجے (۹ ج) کو سادہ طریقے پر نہیں بیان کیا جا سکتا -
مزید براں یہ نتیجے بغیر تکملی احصاء کی مدد کے عام جبری شکل میں نہیں بیان ہو سکتے اس طرح کہ ہر صورت پر حاوی ہوں - عام جملے یہ ہونگے -
ب = مر ب ما فرلا = سہ مر لا ما فرلا .... (۸ ج)
لاَ = {سہ مر لا² ما فرلا} ÷ ب .... (۹ ج)
ب = ب × ر .... (۱۰ ج)

لیکن عملی انجینیری میں رقبہ سا کی شکلیں اتنی سادہ ہوتی ہیں اور "صفر زور کا خط" وا اس طرح واقع ہوتا ہے کہ متفرق صورتوں میں نتائج (۸ ج)، (۹ ج)، (۱۰ ج) کا علم ہندسہ کی مدد سے حساب لگایا جاسکتا ہے اگرچہ عام نتیجے یہی ہونگے جو اوپر بیان کیے گئے ہیں۔

صورت ۳ (ب) ـــــ ہموار طور پر متغیر زور دو مخالف علامتوں کا۔ ہر علامت کے زور پر علیحدہ غور کرو تو یہ صورت ۳ (ا) ہوگی اس طرح بوجھ، مزاحمت یا زور کا حاصل اور "زور کا مرکز" ہر علامت کے لیے علیحدہ علیحدہ معلوم ہو سکتا ہے۔ ان دو علامتوں کے حاصل زور دو متوازی اور متقابل قوتیں "زور کے مرکزوں" پر عمل کرتی ہوئی ہونگی۔ ان کا حاصل اور اس کا نقطۂ عمل یعنی کل زور کا مرکز معمولی سکونیات سے معلوم ہو سکتا ہے۔

اگر دونوں جزوی حاصل جو متوازی اور متقابل ہیں مقدار میں مساوی ہوں تو ان کا کوئی واحد حاصل نہیں اور نہ کوئی "زور کا مرکز" ہے بلکہ ان سے ایک "جفت" بنتا ہے جس کا بازو زور کے مرکزوں کا درمیانی فاصلہ ہے۔ یہی صورت ہے جو برآمدہ بیرموں، شہتیروں اور گرڈروں میں پیش آتی ہے۔ خماؤ کے باب میں اس کا بار بار حوالہ دیا جائیگا۔

۲۱ - کام ـــــ ابتدائی حرکیات میں دی ہوئی تعریف کی رو سے "کام" مزاحمت کے خلاف حرکت کا نام ہے اور اس کی پیمائش وزن کی اکائیوں کی وہ تعداد ہے جو بقدر ایک طولی اکائی کے اٹھائی جائیں اس طرح کام کی اکائی وزن اور طول کی اکائیوں سے مرکب ہے۔ کام کی عام اکائیاں یہ ہیں:-

برطانوی اکائی فٹ پونڈ (یعنی ایک پونڈ کو ایک فٹ اوپر اٹھانے کا کام)۔

فرانسیسی اکائی "کلوگرام میتر (یعنی ایک کلوگرام کو ایک میتر اوپر اٹھانے کا کام)۔

بعض مسائل میں دوسری اکائیاں بھی استعمال ہوتی ہیں مثلاً تعمیر کے مسائل میں انچ کو طولی اکائی لیتے ہے

سہولت ہوتی ہے (اس کتاب میں عموماً اسی کو اختیار کیا گیا ہے)۔ اس طرح کام کی اکائی اس صورت میں اِنچ پونڈ ہوگی (یعنی ایک پونڈ کو ایک اِنچ اوپر اٹھانے کا کام)۔

۲۲۔ مجتمع کام 'حقیقی توانائی' اور توانائی بالحرکت ۔ ابتدائی حرکیات کی کتابوں میں دکھایا گیا ہے کہ ایک متحرک جسم کے اندر جس کی کمیت م، وزن و اور رفتار ر ہو "کام" کی مجتمع مقدار

$= \frac{م ر^{2}}{2} = و \frac{ر^{2}}{2 ج}$ = وزن × رفتار کی وجہ سے بلندی ...... (۲)

اِسے متحرک جسم کی توانائی بالحرکت کہتے ہیں۔

۲۳۔ توانائی بالقوہ ۔۔۔ کام کی وہ مقدار ہے جو ایک جسم محض اپنے محلِ وقوع کی وجہ سے کرنے کے قابل ہو۔ اور محض بندشوں کی وجہ سے نہ کر سکے۔

مثال (۱) اگر ایک وزن و ارتفاع ع پر سہارا گیا ہو تو اُس کی توانائی بالقوہ و ع ہے۔ اگر وہ چھوڑا جائے تو گرے گا اور اپنے اندر کام کی مقدار و ع جمع کریگا۔ یہ اُس کی توانائی بالحرکت ہوگی اور جب وزن زمین پر آرہے تو زمین کے اوپر صرف ہوگی۔

مثال (۲) ایک کمانی یا ایک شہتیر کو بیرونی وزن و بقدر صہ کے جھکائے اور جھکائے رکھے تو کمانی یا شہتیر کی توانائی بالقوہ و صہ ہوگی جو وزن کو ہٹا لینے پر توانائی بالحرکت میں تبدیل ہو جائیگی۔ اور کمانی یا شہتیر کو اُس کی حالت پر واپس لانے میں (یعنی اس حرکت میں) صرف ہوگی۔

نوٹ ۔ معیارِ اثر کی اکائی اور کام کی اکائی کا ایک ہی نام ہے یعنی فٹ پونڈ یا اِنچ پونڈ لیکن یہ دونوں اکائیاں بالکل مختلف قسم کی چیزیں ہیں۔ ایک بالکل سکونیاتی چیز ہے دوسری حرکیاتی۔ اِن کے ناموں کا ایک ہونا ایسا ہی ہے جیسے پونڈ (سٹرلنگ) اور پونڈ (اوور ڈو پوائز)۔

ممکن ہے کہ توانائی کی اوپر کی دو مثالیں کچھ زیادہ قابلِ توجہ نہ معلوم ہوں لیکن بہ حیثیت مسائل کے یہ بہت اہم ہیں۔ کیونکہ جیسا کہ آگے چل کر معلوم ہوگا کسی تعمیر میں صدمے کی مزاحمت کی قابلیت کے لئے اُس کی تجویز میں یہ باتیں ملحوظ رہنی چاہئیں۔

۲۴۔ مجموعی توانائی ۔۔۔ کسی نظام کی مجموعی توانائی اُس کی بالقوہ اور بالحرکت توانائیوں کا مجموعہ ہے۔

۲۵ ۔ توانائی کا تحفظ ـــــ یہ اصول حال ہی میں مستحکم ہوا ہے اور زمانہ حال کے انکشافات میں شمار ہوتا ہے ۔ اصول یہ ہے کہ

"کسی نظام کی مجموعی توانائی ایک مستقل مقدار ہے اور اس کے اجزاء کے کسی قسم کے باہمی عمل سے کم اور زیادہ نہیں ہو سکتی ۔ اگرچہ توانائی کی ایک قسم دوسری قسم میں تبدیل ہو سکتی ہے"۔ دراصل تو یہ اسی وقت صحیح ہو گا کہ اصطلاح مجموعی توانائی میں ہر قسم کی توانائی شامل ہو یعنی حرارت، برق، وغیرہ ۔

لیکن عملی انجینیری میں توانائی کی وہی شکل قابلِ لحاظ ہوتی ہے جو قابلِ مشاہدہ حرکت کی وجہ سے ہو (جس سے ابتدائی حرکیات میں بحث کی جاتی ہے) ۔ اور اس حرکت کا جو حصہ حرارت، برق، وغیرہ میں تبدیل ہوتا ہے وہ اس قدر کم ہوتا ہے کہ توانائی کے تحفظ کے اصول کو قابلِ مشاہدہ حرکت کے لیے تقریباً صحیح مان سکتے ہیں ۔ اس سے انجینیری کے مسائل بہت آسان ہو جاتے ہیں جو اس کے بغیر بہت پیچیدہ رہتے اور سائنس کی موجودہ حالت نہ ہوتی ۔

یہ اصول تعمیر دل کی تجویز کے اس مقصد میں کہ وہ صدمے کی مزاحمت کریں بہت کام کا ہے ۔

۲۶ ۔ اچانک لگایا ہوا بوجھ ـــــ

ذیل کا مسئلہ اتنا اہم ہے کہ اس کا باقاعدہ ثبوت وغیرہ دیا جائیگا ۔

مسئلہ ۔ اگر ایک وزن صفر سے بتدریج مقدار و کو پہنچے اور اس عرصے میں فاصلہ س میں حرکت کرے تو اس وزن کا کام آدھا ہوتا ہے اس کام کا جو اچانک وزن و کے فاصلہ س میں حرکت کرنے سے ہو ۔

نوٹ ۔ یہی وجہ ہے کہ متحرک بوجھوں کے لیے جو تیزی سے بدلتے ہیں (دیکھو دفعہ) (اور اس لیے اچانک لگنے والے بوجھ کے مانند ہیں) "قدرِ تحفظ" مردہ بوجھوں کی قدرِ تحفظ سے دوگنی رکھی گئی ہے ۔ یہ وجہ لچک اور عرضی فساد کے باب پڑھ لینے کے بعد اور اچھی طرح سمجھ میں آئیگی ۔

ثبوت ـــــ پورے بوجھ و اور فاصلہ س کو ن چھوٹے چھوٹے برابر حصوں میں تقسیم کرو ۔ یہ حصے $\frac{و}{ن}$ اور $\frac{س}{ن}$ ہونگے ۔ تھوڑی دیر کے لیے فرض کرو کہ وزن صفر سے و تک اس طرح بڑھتا ہے کہ ہر $\frac{س}{ن}$ فاصلے کے بعد

اُس میں $\frac{و}{ن}$ کا اچانک اضافہ ہو جاتا ہے۔

اُس خاص فاصلے کے ٹکڑے $\frac{س}{ن}$ پر غور کرو جس کے شروع میں وزن $\frac{م}{ن}و$ ہو۔ اور ختم پر $\frac{م+۱}{ن}و$۔ ان کے مماثل کام کی مقداریں $\frac{م}{ن}و \times \frac{س}{ن}$ اور $\frac{م+۱}{ن}و \times \frac{س}{ن}$ ہونگی۔ اگر وزن بتدریج $\frac{م}{ن}و$ سے $\frac{م+۱}{ن}و$ ہو جیساکہ واقعہ ہے تو کام کی حقیقی مقدار ان دو کے درمیان ہوگی۔

اسی طرح فاصلے کے ہر ٹکڑے میں حقیقی مقدار شروع کے اور اخیر کے وزنوں کے مماثل مقداروں کے جو ذیل میں دی جاتی ہیں درمیان رہیگی۔

فاصلہ نمبر	۱	۲	۳	۔	ن-۱	ن
شروع کے وزن کا کام	$۰ \times \frac{س}{ن}$	$\frac{و}{ن} \times \frac{س}{ن}$	$\frac{۲و}{ن} \times \frac{س}{ن}$		$\frac{ن-۲}{ن}و \times \frac{س}{ن}$	$\frac{ن-۱}{ن}و \times \frac{س}{ن}$
اخیر کے وزن کا کام	$\frac{و}{ن} \times \frac{س}{ن}$	$\frac{۲و}{ن} \times \frac{س}{ن}$	$\frac{۳و}{ن} \times \frac{س}{ن}$		$\frac{ن-۱}{ن}و \times \frac{س}{ن}$	$\frac{ن و}{ن} \times \frac{س}{ن}$

∴ مجموعی حقیقی کام ان دو کے مجموعہ کے درمیان ہے۔

یعنی $(۰ + \frac{و}{ن} + \frac{۲و}{ن} + \frac{۳و}{ن} \dots + \frac{ن-۱}{ن}و)\frac{س}{ن}$

اور $(\frac{و}{ن} + \frac{۲و}{ن} + \frac{۳و}{ن} \dots + \frac{ن و}{ن})\cdot\frac{س}{ن}$

کے درمیان

یعنی $(۰ + \frac{ن-۱}{ن}و)\frac{ن}{۲} \times \frac{س}{ن}$

اور $(\frac{و}{ن} + \frac{ن و}{ن})\frac{ن}{۲} \times \frac{س}{ن}$ کے درمیان

یعنی $(۱ - \frac{۱}{ن})\frac{وس}{۲}$ اور $(۱ + \frac{۱}{ن})\frac{وس}{۲}$ کے درمیان۔ اور یہ دونوں قیمتیں $\frac{وس}{۲}$ کے قریب آتی ہیں اگر ن بہت بڑا ہو۔ یعنی انتہا میں تدریجی بوجھ کا کام $\frac{وس}{۲}$ ہوگا .... (۱۲)

یعنی گویا وزن $\frac{و}{۲}$ نے فاصلہ س میں حرکت کی۔ اس طرح یہ مسئلہ ثابت ہوگیا۔

اس مسئلہ کو یوں بھی بیان کر سکتے ہیں:-

مسئلہ۔ "اگر اچانک وزن و فاصلہ س میں حرکت کرے تو اُس کا کام دوگنا ہوتا ہے اُس کام سے جو فاصلہ س میں حرکت کرنے اور بتدریج صفر سے و ہونے میں ہو"۔

تکملی احصاء کے طالب علم کو معلوم ہوگا کہ اوپر کا ثبوت دراصل ذیل کے معادل ہے:۔

وزن فر د کا کام فاصلہ فر س طے کرنے پر = فر و فر س

∴ تدریجی طور پر لگائے ہوئے وزن و کا کام فاصلہ س میں

= ہر ہر فر س . فر و = ہر و . فر س

لیکن چونکہ وزن فاصلہ کے ساتھ یکساں طور پر بدلتا ہوا فرض کیا گیا ہے

∴ و = د س جہاں د مستقل ہے۔

∴ کُل کام = ہر د س فر س = د س۲/۲ = و س/۲ پہلے کی طرح۔

۲۷ — جب ایک بوجھ کی وجہ سے ایک شئے میں زور اور فساد پیدا ہو رہا ہو تو جو "کام" اُس میں جذب ہو رہا ہو یا جو "توانائی" اُسکے اندر جمع ہو رہی ہوا اُسے **بازگشتگی** کہتے ہیں۔ بوجھ ہٹالینے پر (بشرطیکہ ثابت بوجھ سے زیادہ نہ ہو) یہ "توانائی" ظہور میں آئیگی۔ اور مادّہ کی لچک کی وجہ سے اُس شئے کو اصلی حالت پر واپس لائیگی۔ اس لیے بوجھ کا کیا ہوا کام دراصل اُس شئے میں جذب ہوتا ہے۔ یا کام کی توانائی "توانائی بالقوہ" کی شکل میں جمع ہوتی ہے یعنی توانائی بظاہر حرکت پیدا نہیں کر رہی ہے لیکن خاص شرائط کے تحت حرکت پیدا کرنے کی صلاحیت رکھتی ہے۔ یہ شرط موجودہ صورت میں بوجھ کا ہٹ جانا ہے (دیکھو توانائی بالقوہ کی تعریف دفعہ ۲۳)۔

بازگشتگی کی بھی اُتنی ہی قسمیں ہیں جتنی بوجھ، فساد، مزاحمت اور زور کی۔

اس طرح بازگشتگی یا تو راست ہوگی (تناؤ یا بچکاؤ کی) یا عرضی (یعنی مماسی یا جزی یا مروڑ یا خماؤ کی)۔

جس طرح (دفعہ ۶) بوجھ، مزاحمت یا زور کی حدت کے لحاظ سے درجہ بندی کی گئی ہے اسی طرح باز گشتگی کی درجہ بندی کی جا سکتی ہے یعنی انتہائی، ثابت، عملی اور حقیقی باز گشتگی۔

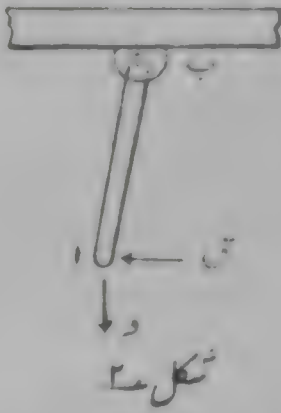
باب دُوم

تناؤ

۲۸ ۔ تنشی فساد یعنی تطول اُس بوجھ سے پیدا ہوتا ہے جو شئے کے متصل ذرات کو ایک دوسرے سے علیحدہ اور دُور کرنے کی خاصیت رکھے اور ان ذرات کے درمیان تنشی مزاحمت اور زور پیدا کرے۔ بوجھ، فساد اور زور تینوں ایک ہی سمت میں ہونگے یعنی متصل ذرات کی درمیانی سطحوں کے علی القوائم۔

۲۹ ۔ نظریہ بتاتا ہے کہ متجانس مادّے کی ایک شئے میں یکساں حدّت کے بوجھ کے تحت (جس صورت میں کہ بوجھ کا حاصل شئے کی شکل کے محور پر منطبق ہوتا ہے) تنشی فساد کی مزاحمت یعنی تناؤ کا زور اس شئے کی تراشش کے رقبے کے متناسب ہوتا ہے جو فساد کے علی القوائم ہو۔ اور یہ تناؤ کا زور ایک دیئے ہوئے رقبے کے لیے مستقل ہوتا ہے۔ تجربہ بھی اس نظریہ کی تصدیق کرتا ہے جبکہ اشیاء تقریباً متجانس ہوں۔

۳۰ ۔ یہ جاننا بہت اہم ہے کہ تناؤ کے فساد کی حالت ایک قائم تعادل کی حالت ہے یعنی اگر کسی خلل انداز وجہ سے خفیف سا انصراف پیدا ہو تو بیرونی قوتیں یعنی بوجھ اُس وجہ کے دُور ہونے پر اس انصراف کو دُور کرنے کا تقاضا رکھتی ہیں۔

ساتھ کی شکل سے یہ بات پورے طور پر ظاہر ہے۔

اب ایک سلاخ ہے جو ب سے انتصاباً لٹک رہی ہے اور وزن و کی وجہ سے طولاً کھنچاؤ میں ہے۔ اگر وہ کسی اتفاقی وجہ سے اپنی انتصابی وضع سے ہٹا دی جائے تو ظاہر ہے کہ اس وجہ کے رفع ہونے پر سلاخ اپنی اصلی حالت پر واپس آنے کا تقاضا کریگی۔

ب
ت
ا
د

شکل ۲

یہ نتیجہ اہم ہے اس لیے کہ اس کی رُو سے بوجھ کا اقتضاء ہوتا ہے کہ سلاخ کو اُس کی اصلی حالت پر واپس لائے تاکہ اُس سے پوری مزاحمت کا اظہار ہو سکے۔

۳۱۔ مزاحمت کے قانون کے لیے جس کا تھوڑی دیر پہلے ذکر ہوا ہے جبری جملہ اس طرح حاصل ہوگا (دیکھو دفعہ ۱۱):-

فرض کرو س = مربع انچوں میں اقل تراش کا خالص رقبہ جو زور پر عمودی ہو اور جو ریٹوں کے تمام سوراخوں اور ناقص مادے کو مثلاً جو مینہ کی گرہیں چھوڑ کر ہو۔

ب = شکستگی کا بوجھ (پونڈوں میں یعنی وہ کُل بوجھ جو رقبہ س پر منقسم ہو کر ٹنے کے کھنچاؤ سے شکستگی کے لیے عین کافی ہو
= انتہائی مضبوطی یعنی پھٹاؤ کے لیے انتہائی مزاحمت
= انتہائی تناؤ کا زور

(اس طرح $\frac{ب}{۲۲۴۰}$ = انتہائی تناؤ کا زور جب کہ ٹن اکائی ہو)

و = عملی بوجھ (پونڈوں میں) یعنی وہ کُل بوجھ جو رقبہ س پر پورا منقسم ہو اور جسے تنے بے خطر طور پر برداشت کرلے۔
= عملی مضبوطی یعنی کھنچاؤ کی عملی مزاحمت۔
= عملی یا بے خطر تناؤ کا زور۔

ٹ = $\frac{و}{۲۲۴۰}$ = یہی مقدار ٹن میں ۔

فت = شے کے پھٹاؤ کا مقیاس = وہ وزن پونڈوں میں جو ایک مربع انچ تراش کی شئے کو توڑنے کے لیے عین کافی ہو ۔

= کھنچاؤ کی انتہائی مزاحمت (پونڈ فی مربع انچ) ۔

نوٹ ۔ ہر شے کے لیے فت ایک مستقل ہے جو راست کھنچاؤ کے تجربوں سے معلوم کیا جاتا ہے اور ضابطہ (۱) کو مقلوب کرنے سے حاصل ہوتا ہے ۔ اس طرح فت = $\frac{ب}{ر}$ عام تعمیری اشیاء کے لیے اس کی قیمتوں کا تختہ ضمیمہ میں دیا گیا ہے ۔

س = سلامتی کی قدر زیر بحث شے کے لیے ۔ اس کا تعین تجربے سے ہوتا ہے (دیکھو دفعہ ۷ اور ذیل کی جدول)

اس طرح $\frac{فت}{س}$ = تناؤ کے زور کی بے خطر حدت (پونڈ فی مربع انچ) ۔

نت = تناؤ کے زور کی بے خطر حدت (ٹن فی مربع انچ)

= $\frac{فت}{س}$ ÷ ۲۲۴۰

چوبینے کی صورت میں ساکن بوجھ کے لیے $\frac{فت}{س}$ کی اوسط قیمت ۱۰۰۰ ہے ۔

نت کی اوسط قیمت ڈھلے لوہے کے لیے ساکن بوجھ کی صورت میں ۱½ ہے ۔

اور پٹوال لوہے کے لیے ۷ ہے ۔

یہ اخیر قیمت انون کے حوالے سے لی گئی ہے ۔ عام قیمت اس سے کسی قدر کم ہے ۔

اشیاء	[illegible]	[illegible]	شکستگی کا بوجھ ÷ عملی بوجھ				
			بوجھ کی قسم				
			عارضی	مستقل ساکن	خفیف صدمہ یا ارتعاش جیسے گرڈروں میں	اچانک صدمے جیسے حمالہ میں	کلیں
چوبینہ		–	۴	۱۰	–	–	–
ڈھلواں لوہا		۳	–	۴؟	۶	–	–
پٹواں لوہا		۳	–	–	۴	۶	۸
سخت فولاد		۲	–	–	۴؟	–	–
رسا		–	۳	۴	–	–	–
گل مینخ زنجیر		–	–	–	–	۳	–
بند کڑی والی زنجیر		۲	–	۳	–	۴	–
تار کی رسی		–	–	۷	۹	–	–

اس طرح ب = س و

اور $\frac{ب}{۲۲۴۰}$ = س $\frac{و}{۲۲۴۰}$ .... (۱)

اور مزاحمت کے قانون سے یکساں حدت کے بوجھ کے لیے

ب = ف‌ت × سا .... (۲)

مساواتوں (۱) اور (۲) میں وہ سب کچھ شامل ہے جو تراش کا رقبہ سا دیے جانے پر شکستی بوجھ یا عملی بوجھ معلوم کرنے کے لیے درکار ہو یا اس کے برعکس ب یا و دیے جانے پر تراش کا کم سے کم رقبہ سا معلوم کرنے کے لیے درکار ہو۔

حقیقی بوجھ، مزاحمت اور زور۔ (دیکھو دفعہ ۶)۔

فرض کرو کہ

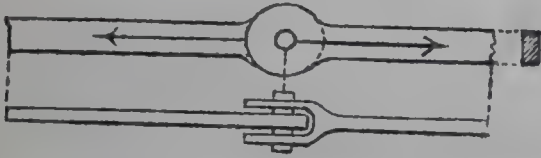
و = واقعی اور یکساں بوجھ

و = اس بوجھ کی وجہ سے حدت

تب دفعہ ۲۹ اور مساوات (۱) دفعہ ۳ کی رُو سے مجموعی واقعی مزاحمت

یا زور = و سا = و (بوجھ) .... (۲ الف)

۳۲۔ مساواتیں (۲) اور (۲ الف) تقریباً صحیح ہوتی ہیں اگر بوجھ رقبہ سا پر تقریباً یکساں منقسم ہو۔ اکثر عملی صورتوں میں جب راست تناؤ کی مزاحمت سے بحث ہوتی ہے تو بوجھ تقریباً یکساں طور پر منقسم ہوتا ہے اس طرح اوپر کے ضابطے عملی صورتوں میں کافی طور پر صحیح ہوتے ہیں۔ یہ بہت اہم ہے کیونکہ یہ ضابطے بے حد آسان ہیں اور بوجھ کی غیر یکساں تقسیم کی صورت میں ضابطہ بہت پیچیدہ ہے۔ مزید براں تناؤ کے خلاف کسی شئے کی مزاحمتی طاقتوں کا پورے طور پر اسی وقت استعمال ہوتا ہے جبکہ زور رقبہ سا پر یکساں طور پر تقسیم ہو جائے (اس صورت میں زور کا حاصل رقبے کی شکل کے مرکز میں سے گزرتا ہے) مسالے کی کفایت اسی صورت میں ہو سکتی ہے اس لیے جہاں کہیں ممکن ہو اس کا انتظام کیا جائے۔ یہ عام طور پر اس طرح ہو سکتا ہے کہ جوڑوں وغیرہ کو جن کے ذریعہ سے شئے کے اوپر تناؤ عمل کرے ایک مناسب تناسب میں رکھا جائے۔

مثال (۱) ـــ ایک بندھن سلاخ میں سروں کے جوڑوں کے مرکز بندھن کے محور پر ہونے چاہییں ۔ ایک سرا کانٹے دار اور ایک اکہرا ہو (دیکھو شکل ۳) ۔ اس کی وجہ سے عام طور پر زور کا حاصل بندھن کے محور پر منطبق ہوگا ۔ اور اگر بندھن بہت بڑا نہ ہو تو تمام تراشی رقبوں پر تنشی زور تقریباً یکساں طور پر تقسیم ہوگا ۔ جوڑ کی صحیح شکل سے آیندہ بحث کی جائیگی ۔

شکل ۳

مثال (۲) زاویئی پٹیوں اور ٹی ۔ پیٹوں کا استعمال بطور بندھنوں کے مفید نہیں ہوتا کیونکہ عملی طور پر مشکل ہے کہ زاویئی پٹی کی صورت میں اُس کے ایک بازو کو اور ٹی پٹی کی صورت میں اُس کے سر کو رپٹانے کے سوا کسی اور طرح سے جوڑا جائے ۔ تنشی زور کو اُن کے تراشی رقبوں پر آسانی سے یکساں طور پر تقسیم نہیں کیا جاسکتا ۔ اس طرح اُن کی پوری مضبوطی سے فائدہ نہیں اٹھایا جاسکتا ۔

۳۳ ۔ کسی حصے کا اپنا وزن ـــ اگر کسی حصے کے اُوپر کھنچاؤ کے بوجھ میں اس کا اپنا وزن بھی شامل ہو (اور یہ ہمیشہ ہوگا جبکہ حصہ اُفقی نہ ہو) تو اس کے وزن کو مجموعی بوجھ میں شامل کیا جائے ۔ خواہ یہ بوجھ شکستی ہو ، یا ثابت یا عملی ۔ لیکن یہ یاد رکھنا چاہیے کہ اگر حصہ بہت بڑا نہ ہو تو عام طور پر انجینیری میں اُس کا وزن مجموعی بوجھ سے بہت کم ہونے کی وجہ سے نظر انداز کرنے کے قابل ہوگا ۔

۳۴ ۔ ساخت کی جماعت بندی ـــ چونکہ ایک شے کی ساخت مختلف سمتوں میں مختلف ہوتی ہے اس لیے مختلف سمتوں میں اُس کی تنشی مزاحمتی طاقتیں اور ثبات کی قیمتیں مختلف ہونگی ۔ ان میں سے ہر ایک کو خاص طور پر معلوم کرنا ہوگا ۔

ہمارے مطلب کے لیے اشیا کی اس طرح تقسیم کی جاسکتی ہے :

(۱) ریشے دار (۲) قلمی (۳) شل متجانس (یعنی جو ریشے دار اور قلمدار نہ ہونے کی وجہ سے ساخت میں ایک طرح سے متجانس اور یکساں ہوتی ہیں) ۔

ان کے عام خواص حسبِ ذیل ہیں :۔

(۱) ریشے دار اشیاء تنشی زور کی مزاحمت کے لحاظ سے اپنے ریشوں کی سمت میں کسی اَور سمت کے مقابلے میں بہت زیادہ مضبوط ہوتی ہیں۔ اور یوں بھی عام طور پر دیگر قسم کی اشیاء سے زیادہ مضبوط ہوتی ہیں۔ یہ شکستگی سے خاصا پہلے مغلوب ہوجاتی ہیں اس طرح نقطۂ شکستگی سے بہت پہلے خبردار کر دیتی ہیں ۔ مسالوں کی یہ خاصیت عمارتوں اور صنعتوں میں بہت کام کی ہے۔

چونکہ زیادہ مضبوطی ریشوں کی سمت میں ہوتی ہے اس لیے فنت معلوم کرنے کے لیے تجربے زیادہ تر اسی سمت میں کیے جاتے ہیں۔ اور اگر اس کے خلاف صراحت نہ کی جائے تو فنیہ کی تمام درج کی ہوئی قیمتوں کو اسی سمت کے لیے سمجھنا چاہیے ۔

اِن تمام وجوہ کی بنا پر تنشی فساد کے مقابلے کے لیے جہاں تک ہو سکے ریشے دار مسالے استعمال کیے جائیں اور اُن کے ریشے فساد کی سمت میں رکھے جائیں۔

مثالیں ۔ لکڑیاں، پٹواں لوہا، بیلی دھاتیں، تار، رسے اور چمڑا۔

(۲) قلمی اور (۳) مثل متجانس مسالے عام طور پر تنشی فساد کی مزاحمت کرنے میں مقابلۃً کمزور ہوتے ہیں ۔ ان کی مضبوطی تقریباً ہر سمت میں یکساں ہوتی ہے تنشی زور کے تحت شکستگی سے قبل کم اور بے قاعدہ طور پر مغلوب ہوتی ہیں ۔ اس طرح شکستگی سے پورے طور پر خبردار نہیں کرتیں ۔ اس لیے جہاں تک ہو سکے ان پر تنشی بوجھ نہ لگایا جائے ۔

(۲) کی مثالیں ۔ ڈھلواں دھاتیں اور بعض قسم کے پتھر۔

(۳) کی مثالیں ۔ گچیاں، بعض قسم کے پتھر اور اینٹیں ۔

۳۵ ۔ جو مسالے عام طور پر تنشی فساد کے تحت لائے جاتے ہیں وہ یہ ہیں :۔

(۱) عمارات میں ــــ لوہا، لکڑی ۔

(۲) صنعتوں میں ــــ تار کی رسی، ریسمان، چمڑا اور دھاتیں ۔

تنشی فساد سے متعلق اُن کے خواص کا خلاصہ یہ ہے (دفعات ۳۶ تا ۴۲)

۳۶ ۔ ڈھلا لوہا ــــ ڈھلے لوہے میں ہوا کے سوراخوں، دیگر نقائص اور ٹھنڈے ہوتے وقت نامساوی سُکڑاؤ کا احتمال ہے ۔ اس طرح اس میں دائمی طور پر

بے قاعدہ فساد رہ جاتا ہے۔ یہ تننشی زور کی مزاحمت کے لیے بالکل موزوں نہیں۔

(۱) "سرد جھونکا" لوہا "گرم جھونکا" لوہے سے زیادہ مضبوط ہوتا ہے۔

(۲) دوبارہ پگھلانے اور اماعت کے عمل کو دیر تک قائم رکھنے سے (خاص کر نرم لوہے میں) مضبوطی کسی قدر زیادہ ہو جاتی ہے۔

(۳) تپا نرمانے سے مضبوطی گھٹ جاتی ہے۔

(۴) ڈھلواں (Casting) کا اندرونی حصہ بیرونی حصے کے مقابلے میں کم زور ہوتا ہے۔

(۵) زور کی نامساوی تقسیم سے، کارآمد مضبوطی بڑی حد تک گھٹ جاتی ہے (مسٹر ہاج کنسن[1] کا بیان ہے کہ "ڈھلے لوہے کے ایک مستطیلی ٹکڑے کی مضبوطی اگر وہ کنارے کے قریب کھنچاؤ میں آئے تو اُس مضبوطی کا $\frac{1}{3}$ یا کچھ زیادہ ہوتی ہے جو مرکزی فساد کی مزاحمت کی صورت میں ہوتی ہے)۔

۳۷ ۔ پٹواں لوہا تننشی فساد کی مزاحمت کے لیے موزوں ہے۔ اس کا استحکام (ف) ڈھلے لوہے سے تقریباً تین گنا ہے۔

فولاد بہت مختلف وصفوں کا ہوتا ہے: نرم فولاد تننشی فساد کی مزاحمت کے لیے موزوں ہے۔

(۱) بیلا لوہا، گھڑے لوہے سے مضبوط ہوتا ہے اور سلاخ تختی سے۔

(۲) تختی لوہا، اپنے طول میں، عرض سے بقدر ۱۰ فی صد کے زیادہ مضبوط ہوتا ہے۔

(۳) بازتابی، پیٹنا اور کمانا، پٹواں لوہے کو ایک حد تک بہتر بناتے ہیں۔ عمدہ تختی لوہے کو کمانے سے استعداد کے اعظم درجہ تک پہنچایا جا سکتا ہے۔

(۴) تپا نرمانے سے مضبوطی گھٹ جاتی ہے (خاص کر تار کی)۔

(۵) باہر کی کھال نکال لینے سے مضبوطی کم نہیں ہوتی (جیسا کہ پہلے سمجھا جاتا تھا)۔

[1] Mr. Hodgkinson تجرباتی تحقیقات (Experimental Researches) صفحہ ۳۱۲۔

(۶) مربع سلاخیں گول سلاخوں سے کسی قدر زیادہ مضبوط ہوتی ہیں۔

۳۸- کرکالڈی[1] کے حاصل کردہ نتائج

مسٹر کرکالڈی نے پٹواں لوہے اور فولاد کی تنشی مضبوطی پر تجربات کا ایک وسیع سلسلہ کیا۔ اور بہت سے عملی نتائج حاصل کیے جو ذیل کی مذکورہ تصانیف[2] میں درج ہیں۔ اور طلبہ کو احتیاط سے ان کا مطالعہ کرنا چاہیے۔

ان نتائج کی تعداد اتنی زیادہ ہے کہ یہاں تفصیل سے بیان نہیں ہو سکتے۔ البتہ چند جو بہت زیادہ عملی ہیں یہاں نقل کیے جاتے ہیں۔

(۱) شکستی فساد کوئی وصف ظاہر نہیں کرتا جیسا کہ اب تک سمجھا جاتا تھا۔

(۲) شکست کے مقام پر رقبے کا انقباض جس پر پہلے غور نہیں کیا گیا تھا نمونوں کے وصف کا اندازہ کرنے میں ایک اہم جزو ہے (لوہے اور فولاد دونوں کے لیے)۔

(۳) اگر اُسی وقت کوٹا یا پیٹا یا بیلا نہ جائے تو سفید حرارت یا تپا جوڑنے کی حرارت پر پہنچانے سے لوہے کو ضرر پہنچتا ہے۔

(۴) لوہے کو جتنا کمایا اور بیلا جائے اُس میں ٹوٹنے کا اُتنا ہی کم احتمال ہوتا ہے۔

(۵) لوہے کو بہت گرم کرکے ایک دم پانی میں ٹھنڈا کرنے سے وہ سخت ہو جاتا ہے اور بتدریج لگایا ہوا شکستی فساد بڑھ جاتا ہے۔ لیکن ساتھ ہی ٹوٹنے کا احتمال بھی زیادہ ہو جاتا ہے۔

(۶) گرم کرکے بتدریج ٹھنڈا کرتے سے لوہا اور فولاد دونوں نرم ہو جاتے ہیں اور شکستی فساد کم ہو جاتا ہے۔

(۷) پانی میں سختانے سے فولاد کی مضبوطی گھٹ جاتی ہے اور تیل میں سختانے سے بہت بڑھ جاتی ہے۔ فولاد کو (جلا ڈالنے کے خطرے میں پڑے بغیر) جتنی زیادہ حرارت پہنچائی جائے اور تیل میں ڈالا جائے مضبوطی اُتنی ہی زیادہ ہوتی ہے۔

(۸) فولاد کو حرارت پہنچا کر پانی کے بجائے تیل میں ڈالنے سے نہ صرف سختی بلکہ کڑا پن بھی

---

[1] (Kirkaldy)-

[2] پٹواں لوہے اور فولاد پر تجربات" مصنفہ کرکالڈی ۱۸۶۳ء اور سٹونی (Stoney) کا "فسادوں کا نظریہ"

پیدا ہوتا ہے۔

(۹) فولادی تختیاں جو تیل میں سخت کی جائیں اور باہم ریٹائی جائیں بغیر جوڑ کی نرم تختی سے مضبوطی میں بالکل برابر ہوتی ہیں۔ یعنی ریٹانے کی وجہ سے مضبوطی کا جو نقصان ہوتا ہے اُس کی تیل میں سختانے سے تلافی سے زیادہ ہو جاتی ہے۔

(۱۰) ڈھلے لوہے کی کثافت گھُل ملے فولاد کی کثافت سے زیادہ ہوتی ہے۔ موخرالذکر پٹواں لوہے کی بعض اعلیٰ اقسام کی کثافت سے بھی کم ہوتی ہے۔

۳۹۔ چوبینہ ——— تنشی استحکام (اور اس لیے ف ت) ریشوں کے طول میں اُن لکڑیوں میں اعظم ہوتا ہے جن کے ریشے سیدھے اور نمایاں ہوں۔ عرصے تک کی اور مسلسل رطوبت، بھپارے اور اُبالنے سے یہ تنشی استحکام کم ہو جاتا ہے لیکن عارضی طور پر بھگونے سے نہیں۔ تنشی استحکام (اور اس لیے ف ت) ریشوں کے علی القوائم صنوبر کی لکڑی میں پت لکڑی (Leaf-wood) کے مقابلے میں بہت کم ہوتا ہے۔ اس کی نسبت ریشوں کے طولی تنشی استحکام کے ساتھ مختلف ہوتی ہے۔ صنوبر کی لکڑی کے لیے $\frac{1}{4}$ سے $\frac{1}{10}$ تک اور پت لکڑی کے لیے $\frac{1}{5}$ سے $\frac{1}{4}$ تک۔ رطوبت سے یہ علی القوائم تنشی استحکام کم ہو جاتا ہے۔

۴۰۔ ریسمانہ ——— گرم رجسٹر سے بنا ہوا رسا سرد ریشے سے بنے ہوئے رسے کے مقابلے میں زیادہ مضبوط ہوتا ہے لیکن کم ملائم۔ اس لیے سرد رجسٹر شدہ رسا اُس وقت موزوں ہے جب اُسے ڈھول چرخی پر لپیٹنا ہو یا چرخیوں میں سے گزارنا ہو۔ استعمال اور کھُلے رہنے سے ریسمانہ جلد خراب ہو جاتا ہے۔ ڈھول چرخیوں پر لپیٹنے کے بعد بیرونی لڑیں سخت فساد کی حالت میں ہوتی ہیں، خاص کر چھوٹی ڈھول چرخیوں پر۔ اس لیے ڈھول چرخیوں اور چرخیوں کے قطر جہاں تک ہو سکے بڑے بنانے چاہییں۔

ڈامر والے رسے بغیر ڈامر کے رسوں سے مضبوطی میں صرف $\frac{4}{5}$ ہوتے ہیں۔

ریسمانہ کا وزن پونڈ فی فیدم (Fathom) میں $= \frac{1}{4}$ (نصف محیط انچوں میں)^2 × ۱ پونڈ ... ... (۳)

انتہائی مضبوطی ہنڈرڈ ویٹ میں $\} = 4 \times$ (رسے کا محیط انچوں میں) × ۱ ہنڈرڈ ویٹ (انگریزی قاعدہ کی رُو سے) ... (۴)

انتہائی مضبوطی ٹن ہیں = { ۲ ½ ٹن فی مربع انچ تراش (انگریزی قاعدہ)
۲ ¾ ٹن فی مربع انچ تراش (فرانسیسی قاعدہ) } .... (۵)

۱۴۔ لوہے کی زنجیریں ——— ان کی بڑی قسمیں تین ہیں :۔
(۱) گُل میخ زنجیر یا طنابی زنجیر (۲) بند کڑی یا حمالہ زنجیر (۳) کھُلی لمبی کڑی یا بویا زنجیر۔

(۱) گُل میخ زنجیر یا طنابی زنجیر عام طور پر جہاز کی طنابوں کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ ہر ایک کڑی بیضوی ہوتی ہے اور چھوٹے قطر کے مقام پر ایک گُل میخ ہوتی ہے جو شدید زور کے تحت کڑی کو بند ہو جانے سے روکتی ہے۔ گُل میخ زنجیر میں "گتھی پڑ جانے" کو بھی روکتی ہے۔ گُل میخ سے زنجیر کی انتہائی تنشی مضبوطی گھٹ جاتی ہے۔ کیونکہ وہ کڑی کو بند ہونے اور اس طرح ایسے محل کے اختیار کرنے سے روکتی ہے جو شدید زور کی مزاحمت کے لیے بہترین ہے (یہ محل زور کی سمت میں واقع ہوتا ہے) لیکن گُل میخ سے قابلِ استعمال عملی مضبوطی بڑھ جاتی ہے۔ کیونکہ اگر کڑی کے بازو بند ہو جائیں تو زنجیر استوار ہو جاتی ہے اور اس طرح اس کا مقصد فوت ہو جاتا ہے۔ شکستگی عموماً تھام سوئی کے پاس واقع ہوتی ہے۔

(۲) بند کڑی یا حمالہ زنجیر عام طور پر کلوں میں استعمال ہوتی ہے۔ اس میں گتھی پڑ جانے کا احتمال ہے لیکن گُل میخ زنجیر کے مقابلے میں زیادہ ملائم ہوتی ہے۔ شکستگی عموماً اُس وقت واقع ہوتی ہے جب کڑی کے بازو کڑی کی چوٹی پر بند ہو جاتے ہیں یعنی جبکہ زنجیر استوار اور بیکار ہو جاتی ہے۔

(۳) کھُلی لمبی کڑی یا بویا زنجیر عموماً لنگرگاہ کے لیے استعمال ہوتی ہے جہاں ملائمت کی ضرورت نہیں ہوتی ہے۔ ہر کڑی کے بازو متوازی ہوتے ہیں۔ تھام سوئیوں کے نہ ہونے کی وجہ سے یہ زنجیر گُل میخ زنجیر سے ہلکی ہوتی ہے۔

تمام قسموں کی زنجیریں ۱۵ فیدم کی لمبائیوں میں بنائی جاتی ہیں : گُل میخ زنجیر اور بند کڑی زنجیر کے دونوں سروں پر ایک کھلی لمبی کڑی ہوتی ہے تاکہ ۱۵ فیدم کے طول بھنور کلی کے ذریعے ملائے جا سکیں۔ اگر کھُلی لمبی کڑی کی زنجیریں کوئی کڑی ٹوٹ جائے، تو بھنور کلیوں کی مدد سے اُس کڑی کی جگہ دوسری کڑی بٹھائی جا سکتی ہے۔

اس کے برخلاف اگر گل میخ زنجیر یا چھوٹی کڑی کی زنجیر میں کوئی کڑی ٹوٹ جائے تو پورے ۱۵ قدم کی لمبائی نکال ڈالنی پڑیگی کیونکہ ان کی کڑیوں میں سے بھنور کلی کو گزارنے کی جگہ نہیں ہوتی۔

ثابت اور عملی زور کی حدیں (کڑیوں کے دونوں بازوؤں کے فی مربع انچ) اور دوسرے اعداد مع دیگر معطیات نیچے دیے جاتے ہیں[1]۔ یہ خیال کیا جاتا ہے کہ ثابت زور کا سرکاری امتحان ناکافی ہے کیونکہ یہ خیال ہے کہ بہت سی ایسی زنجیریں پاس کردی جاتی ہیں جو لگائے ہوئے ثابت بوجھ سے زیادہ مضبوط نہیں ہوتیں۔ ٹرنیٹی (Trinity) امتحان زیادہ سخت ہوتا ہے اور بہت اچھا لوہا طلب کرتا ہے۔ یہ خیال کیا جاتا ہے کہ عملی زور، ثابت زور کے آدھے سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔

	وزن فی فٹ لمبائی پونڈوں میں = ب، ق = قطر انچوں میں	انتہائی مضبوطی ٹنوں فی مربع انچ میں، ب = ن ÷ ۲۲۴۰	ثابت زور کی حد ٹنوں فی مربع انچ میں	عملی زور کی حد ٹنوں فی مربع انچ میں	اضافی اوزان اسی لمبائی کے	
					مساوی انتہائی مضبوطی	مساوی عملی مضبوطی
سلاخی لوہا	،۰۰۷ ق²	۲۴	۱۲	۶	۱۰۰	۱۰۰
گل میخ یا گھنڈی زنجیر	،۰۲۴۵ ق²	۱۶	۱۱،۵	۵،۷	۲۶۲	۱۸۴
بند کڑی زنجیر	،۰۲۸ ق²	۱۶	۷،۶	۳،۸	۳۰۰	۲۱۴
لمبی کڑی زنجیر	—	—	۵،۷ تا ۸،۵	۲،۸ تا ۴،۲۵	—	—
سن ریسمانہ ہاتھ سے بنا ہوا	،۰۰۱۱ ق²	۲،۵۱	—	،۶۳	۱۵۰	۱۵۰

۴۲- چنائی ـــــ چنائی کے کسی حصے کی موثر تنشی مضبوطی جو گچ یا سیمنٹ سے بنایا گیا ہو ظاہر ہے کہ ذیل کی تین میں سے جو سب میں کم ہوگی

[1] ملاحظہ ہو سٹونی (Stoney) کا نظریۂ فساد فصل چودھویں۔

اُس کے مساوی ہوگی :-

(۱) پتھر یا اینٹ کی تنشی مضبوطی۔
(۲) پتھر یا اینٹ کی گچی یا سیمنٹ کے ساتھ چپک۔
(۳) گچی یا سیمنٹ کی تنشی مضبوطی۔

عمدہ سیمنٹ کی صورت میں یہ تینوں تقریباً مساوی ہوتی ہیں لیکن معمولی گچی کی صورت میں گچی کی تنشی مضبوطی سے جو دوسری دو کے مقابلے میں بہت کم ہوتی ہے چنائی کی تنشی مضبوطی کا تعین ہوتا ہے۔ اور اس طرح چنائی کی تنشی مضبوطی اتنی کم قرار پاتی ہے کہ انگلستان میں یہ قاعدہ ہے کہ " جو تعمیر معمولی گچی سے کھڑی کی جائے اُس پر کسی قسم کے تنشی فساد کا عمل نہیں ہونا چاہیے"۔

۴۳۔ **حلقہ تناؤ** ـــــ حلقہ تناؤ وہ تناؤ ہے جو ایک حلقے یا اُستوانے میں اندر کے دباؤ سے پیدا ہو مثلاً جوشارے میں یا جوشارہ کی دُود راہوں میں یا پانی اور گیس کی نلیوں میں۔ انجینیری میں حلقۂ تناؤ کی ایک ہی شکل پیش آتی ہے اور وہ سیالی دباؤ کی ہے۔ اور سیالی دباؤ دبائی جانے والی سطح پر عمادی ہوتا ہے (دیکھو دفعات ۴۴ تا ۴۷)

۴۴۔ پتلے یکساں اُستوانے ـــ ترقیم ـــ

صا = نصف قطر انحنا (انچوں میں) کمزور ترین حصے کا یعنی اُس حصے کا جو سب میں زیادہ چپٹا ہے۔ (دائرے میں صا = نصف قطر)۔

م = یکساں موٹائی (انچوں میں): $\frac{م}{صا}$ ایک چھوٹی مقدار ہے)۔

ق = عمادی دباؤ کی پھٹاؤ پیدا کرنے والی حدت کمزور ترین مقام پر (پونڈ فی مربع انچ میں)۔

تب (ماسکونیات کے قوانین کی رُو سے) :-

ق صا = مجموعی تناؤ اُستوانے کی فی انچ (یعنی اکائی) لمبائی۔

نیز اس تقریبی فرض کی بنا پر کہ یہ تناؤ موٹائی م میں یکساں طور پر تقسیم ہے۔

فت × م = انتہائی مزاحمت اُستوانے کی فی انچ (یعنی اکائی) لمبائی (پونڈوں میں)۔

$$\therefore \quad ق\ صا = ف_{ت} \times م$$

$$\text{اس طرح} \quad \frac{م}{صا} = \frac{ق}{ف_{ت}} \qquad (۶)$$

ان مساواتوں سے "پھٹاؤ کا دباؤ" ق، پونڈ فی مربع انچ میں ملتا ہے۔ اور موٹائی کی نسبت نصف قطر انحنا کے ساتھ کمزور ترین مقام پر۔

سلامتی کی قدروں کا استعمال کریں تو ق اور $ف_{ت}$ کے بجائے ثابت یا عملی حدتیں علی الترتیب عادی دباؤ اور تناؤ کی حاصل ہوتی ہیں۔

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ق اور $\frac{ق}{س}$ سے مؤثر دباؤ کی حدت مراد ہے یعنی اندرونی دباؤ کی زیادتی بیرونی دباؤ پر۔ بیرونی دباؤ جوشاروں اور بھاپ نلیوں کی صورت میں کرۂ ہوائی کا دباؤ ہوتا ہے یعنی تقریباً ۱۴٫۷ پونڈ فی مربع انچ۔

"حلقہ تناؤ" کی مزاحمت کے لیے عام طور پر جو مسالے استعمال ہوتے ہیں اُن کے لیے $ف_{ت}$ کی قیمتیں (مسٹر فیربیرن[1] کے حوالے سے) ذیل میں دی جاتی ہیں۔ اور ثابت اور عملی بوجھوں کے لیے سلامتی کی قدریں بھی دی جاتی ہیں۔

	$ف_{ت}$ کی قیمت	سلامتی کی قدریں	
		انتہائی / ثابت	انتہائی / عملی = س
پٹواں لوہے کے جوشارے اکہرے ریپٹ شدہ	۳۴۰۰۰	۲	۸
ڈھلے لوہے کی بھاپ نلیاں	۱۶۵۰۰	۳	۸
ڈھلے لوہے کے پانی کے نل	۱۶۵۰۰	۳	۶

۴۵ - پتلے کروی خول - (مثلاً جوشاروں کے سرے بھاپ کے

[1] دیکھو فیربیرن (Fairbairn) کی کتاب "انجینیروں کے لیے کارآمد اطلاعات" مطبوعہ ۱۸۶۴ء صفحہ ۱۴۱۔

گنبدوں کے بالائی حصے)۔

یہ ثابت کیا جا سکتا ہے[1] کہ ایک پتلے کُروی خول میں تناؤ اُسی دباؤ کے تحت ایک پتلے استوانی خول کے تناؤ کا صرف آدھا ہوتا ہے۔

تاہم اکثر اس میں سہولت ہوتی ہے کہ بھاپ جو شاروں کے سرے اور بھاپ گنبدوں کے بالائی حصے اسی موٹائی کے بنائے جائیں جو اُستوانی حصے کی ہے۔ اس صورت میں یہ غیر ضروری طور پر مضبوط ہوتے ہیں۔ ظاہر ہے کہ ان سروں کی وجہ سے اُستوانی حصے میں اُتنا طولی تناؤ پیدا ہوتا ہے جتنا خود ان کی سطحوں میں ہے یعنی اُستوانے کے "حلقۂ تناؤ" کا آدھا۔

چونکہ اُستوانوں کو اِتنا مضبوط تجویز کرنا پڑتا ہے کہ "حلقۂ تناؤ" کو برداشت کرلیں اس لیے یہ غیر ضروری ہے کہ سروں کی وجہ سے پیدا ہونے والے طولی تناؤ پر غور کیا جائے۔ کیونکہ یہ حلقۂ تناؤ سے کم ہوتا ہے۔

۴۶۔ موٹے کھوکھلے اُستوانے

دفعہ ۴۴ کا یہ مفروضہ کہ پتلے کھوکھلے اُستوانے میں "حلقۂ تناؤ" یکساں طور پر منقسم ہے موٹے کھوکھلے اُستوانے کی صورت میں تقریباً بھی صحیح نہیں۔ دفعہ ۴۴ کی مساوات (۶) سے جہاں پتلے کھوکھلے اُستوانے کا تناؤ حاصل ہوتا ہے وہاں موٹے کھوکھلے اُستوانے کا بھی اوسط حلقۂ تناؤ حاصل ہو سکتا ہے لیکن مسالے کی تنشی مضبوطی کو اس اوسط کا نہیں بلکہ اعظم حلقۂ تناؤ کا مقابلہ کرنا ہے۔

یہ اعظم تناؤ اندرونی حلقے پر واقع ہوتا ہے : اس کی صحیح صحیح تحقیقات[1] پیچیدہ ہے۔ اس کتاب کے لیے نتیجے کا درج کر دینا کافی ہے۔

فرض کرو کہ $س$، $ر$ بیرونی اور اندرونی نصف قطر ہیں (انچوں میں)۔

$ق$ عمادی دباؤ کے پھٹاؤ کی حدت (پونڈ فی مربع اِنچ میں)۔

تب $\frac{ق}{ف_ت} = \frac{س^2 - ر^2}{س^2 + ر^2}$ اور $\frac{ق \div س}{ف_ت \div س} = \frac{س^2 - ر^2}{س^2 + ر^2}$ ..... (۷)

نیز $\frac{س}{ر} = \sqrt{\frac{ف_ت + ق}{ف_ت - ق}} = \sqrt{\frac{ف_ت \div س + ق \div س}{ف_ت \div س - ق \div س}}$ ..... (۸)

---

[1] دیکھو رینکن (Rankine) کا "رسالہ اطلاقی میکانیات" دفعات ۲۷۲، ۲۷۳۔

یہ مساوانیں اُن صورتوں میں مفید ہیں جہاں ماقوائی شکنجے اندر سے سخت سیالی دباؤ کے تحت ہوں۔

۴۷۔ چونکہ موٹے کھوکھلے اُستوانے میں حلقۂ تناؤ اندرونی حلقے پر اعظم ہوتا ہے اس لیے ظاہر ہے کہ مسالے کی کفایت عمل میں آئیگی اگر استوانے متعدد چھلوں میں بنائے جائیں اس طرح کہ بیرونی چھلے اندرونی چھلوں پر سُکڑائے جائیں اور اس طرح ان کو پچکائیں۔

اب اگر اندر سے کوئی سیالی دباؤ تمام چھلوں میں حلقۂ تناؤ پیدا کرے تو تناؤ کی تقسیم معمولی ساخت کی بنسبت زیادہ یکساں ہوگی۔

اس اصول کا دلچسپ استعمال موجودہ زمانے کی چوڑی دار بندوقوں میں نظر آتا ہے جو پٹواں لوہے کے کئی لچھوں سے بنی ہوئی ہوتی ہیں۔ یہ لچھے گرم کرکے ایک دوسرے کے اوپر چڑھائے جاتے ہیں جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ہر بیرونی لچھا اپنے اندر کے لچھے کو دباتا ہے۔

۴۸۔ تعلیقی سلاخ یا یکساں مضبوطی کی زنجیر

بندھن سلاخوں اور معمولی لمبائی کی زنجیروں میں (جن سے کہ اب تک بحث ہوئی ہے) بندھن سلاخ یا زنجیر کا وزن کامی بوجھ کی ایک بہت حقیر کسر ہوتا ہے اور انجینیری کے تقریبی نتائج کے لیے حسابات میں نظرانداز کیا جاسکتا ہے۔

اس نظراندازی سے ضابطوں اور حسابات میں بہت آسانی ہوجاتی ہے لیکن بعض صورتوں میں (مثلاً پمپ سلاخ اور گہری کانوں کی اُٹھاؤ زنجیریں اور تار کی رسیاں) بندھن سلاخ یا زنجیر کی لمبائی اتنی زیادہ ہوتی ہے کہ اُن کا وزن مجموعی کامی بوجھ کا ایک اہم حصہ ہوتا ہے۔ ظاہر ہے کہ ایسی صورت میں زنجیر کے اُوپر کے حصے نیچے کے حصوں کو سہارنے کی وجہ سے زیادہ زور کی حالت میں ہونگے۔

اس لیے ان دو مقاصد کو حاصل کرنے کے لیے کہ (۱) مجموعی بوجھ کم سے کم ہو اور (۲) مسالے کی کفایت ہو، یہ چاہیے کہ زنجیر کی تراش ہر جگہ زور کے متناسب ہو۔

ایسی زنجیر "یکساں مضبوطی کی زنجیر" کہلاتی ہے۔

اس طرح اگر سا = زنجیر کی تراش کا رقبہ (جو ظاہر ہے کہ ایک متغیر ہے) نیچے کے سرے سے فاصلہ لا (انچ) پر۔

و = زنجیر کی کثافت یعنی وزن فی مکعب انچ

تب و $\int_0^{لا}$ سا فرلا = زنجیر کا مجموعی وزن نیچے کے سرے سے اونچائی لا تک۔

∴ ق + و $\int_0^{لا}$ سا فرلا = مجموعی کامی بوجھ اونچائی لا پر

لیکن $\frac{ف_ت}{س}$ × سا = کامی مزاحمت اس تراش پر

∴ ق + و $\int_0^{لا}$ سا فرلا = $\frac{ف_ت}{س}$ × سا .... (۹)

اس تفرقی مساوات کو (جو تفرق سے آسانی سے حل ہو جاتی ہے) حل کرنے سے حاصل ہوتا ہے:

$$سا = \frac{ق}{ف_ت \div س} \times و^{و لا \div \frac{ف_ت}{س}}$$

جس سے کسی مقام پر رقبہ حاصل ہوتا ہے .... (۱۰)

نیز ق (و$^{و لا \div \frac{ف_ت}{س}}$ − ۱) = زنجیر کے طول لا کا وزن ..... (۱۱)

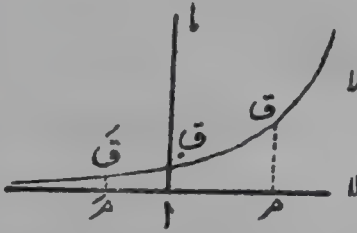
یہ دیکھنا دلچسپی سے خالی نہیں کہ اگر عمودی تراشی رقبے یہاں سے وہاں تک متشابہ اور متشابہ طور پر واقع ہوں تو طولی تراش کے منحنی کی شکل (چونکہ سا ∝ ما^2) ما = ب و$^{لا \div ۲ف}$ کی قسم کی ہوگی جس سے صریحاً ایک لوکارتمی منحنی تعبیر ہوتا ہے جو ایک مشہور منحنی ہے۔

عملی طور پر ان صورتوں میں (مثلاً گہری کانوں میں) جہاں وزن کو گھٹانے اور مسالے کی کفایت کے لیے "یکساں مضبوطی کی زنجیر" بنانا مناسب ہوتا ہے تراش عمودی مسلسل نہیں بدلتی جیسا کہ اوپر بیان ہوا ہے بلکہ بہت سے حصے ہوتے ہیں جن میں سے ہر ایک، ایک علٰحدہ یکساں تراش کا ہوتا ہے۔ اس صورت میں اوپر دیے ہوئے ضابطے ٹھیک نہیں مگر تقریبی طور پر ہر حصّے کے اجزا پر صادق آتے ہیں۔

لوکارتمی منحنی

ا م = لا، مرق = ما، اق = ب

منحنی ق ق ق جس کے فصلے لا (= ا م) کی اور ایک ثابت طول ا کی نسبت لوکارتم ہے کسی اساس م پر (م ایک مثبت عدد ہے) اُس نسبت کا جو معیّن ما کی

ایک ثابت طول ب سے ہو۔ (یعنی جس کی مساوات ہوئی $\frac{لا}{و}$ = لوکم ($\frac{ما}{ب}$) یا
ما = ب م $^{لا \div و}$) " لوکارتمی منحنی" کہلاتا ہے۔
ظاہر ہے کہ منحنی محور ا ما کو اس طرح
قطع کرتا ہے کہ اق = ب، اور + ما (= مرق)، + لا
کے ساتھ بہت تیزی سے بڑھتا ھے
یہاں تک کہ ما = +∞ جب کہ لا = +∞۔
نیز + ما (= مَرقَ)، - لا (= ا مَر) کے
بڑھنے سے آہستہ آہستہ گھٹتا ھے

شکل ۳ ۔ (و)

یہاں تک کہ ما = ۰ جب کہ لا = -∞ اس طرح محور لا (ا مَر) ایک متقارب ہے۔
[نوٹ ۔ دفعہ ۴۶ کو چھوڑ کر اس باب میں کسی تراشی رقبے (ا) کے اوپر
کسی مادے کے تنشی زور کی صرف یکساں حدت سے بحث کی گئی ہے۔ کیونکہ تنشی زور
کی متغیر حدت کی صرف ایک شکل ہے جس سے انجینیری میں بحث ہوتی ہے یعنی
ہموار متغیر حدت اور یہ صرف عرضی بوجھ کی صورت میں وقوع پذیر ہوتی ہے۔
اس سے بحث عرضی فساد کے عنوان کے تحت کی جائیگی]۔

باب سوم

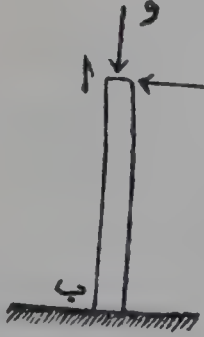
پچکاؤ یا فشار

۴۹۔ پچکاؤ یا کُچل فساد یعنی تقصیر بیرونی قوتوں یعنی فساد کی سمت میں عمل کرنے والے بوجھ سے پیدا ہوتا ہے جو شے کے باہم تماس رکھنے والے ذرّات کو کُچل کر ایک دُوسرے سے پچکا دینے کا اقتضار رکھے۔ اس سے ان ذرّات کے درمیان پچکاؤ یا کُچل مزاحمت اور زور پیدا ہوتے ہیں۔

بوجھ، فساد اور زور تینوں ایک ہی سمت میں ہوتے ہیں جو فساد کے تحت آنے والی شئے کے ذرّات کی تماس رکھنے والی سطحوں پر عمودی ہوتی ہے اس طرح ان کی ضروری خاصیت ان سطحوں پر عمادی ہے۔

۵۰۔ نظریے سے معلوم ہوتا ہے کہ متجانس شئے میں فی اکائی رقبہ یکساں حدّت کے بوجھ کے تحت (یعنی اس صورت میں جب کہ بوجھ کا حاصل زیرِ فساد شئے کی شکل کے محور پر منطبق ہو) "راست پچکاؤ" کی مزاحمت کے قوانین بالکل وہی ہونگے جو راست تناؤ کی مزاحمت کے ہیں اور اُسی سادہ جبری ضابطے سے بیان ہو سکتے ہیں یعنی

ب = فس × ر (دفعہ ۳۱ مساوات (۲))

۵۱ - یہ واقعہ بہت اہم ہے کہ فشاری فساد کی حالت غیر قائم تعادل کی ہے یعنی بیرونی قوتوں (یا بوجھ) کا تقاضا یہ ہے کہ اگر کسی خلل انداز وجہ سے ذرا سا انصراف پیدا ہو جائے تو اس وجہ کے دُور ہونے کے بعد اس انصراف کو اَور زیادہ کر دے۔ یہ ساتھ کی شکل سے کافی طور پر واضح ہے۔

[ا ب ایک انتصابی ستون ہے جو پائے پر تقریبًا کامل طور پر ثابت ہے۔ اِس میں وزن و کی وجہ سے طولی فساد ہے۔ اگر یہ کسی وجہ سے عارضی طور پر ہی کیوں نہ ہو اپنی انتصابی وضع سے ذرا ہٹا دیا جائے تو بوجھ کا تقاضا یہ ہے کہ اُسے اَور زیادہ ہٹائے اس طرح کہ اگر پایہ ب کامل طور پر ثابت نہیں تو ستون کا بحیثیتِ مجموعی انتصابی سمت سے زاویہ زیادہ کر دے۔ اور ہر صورت میں ستون کو اُس کے سارے طول میں جھکا دے خواہ خلل انداز وجہ رفع کیوں نہ ہو گئی ہو]۔

شکل ۴

عملاً یہ ناممکن ہے کہ بوجھ کا حاصل زیر فساد شئے کی شکل کے محور پر ٹھیک ٹھیک منطبق ہو جیسا کہ ہونا بہتر ہے۔ لیکن یہ چاہیے کہ مادے کو اس طرح رکھا جائے خاص کر جوڑوں کے یا قوتوں کے نقاطِ عمل کے قریب کہ یہ دو خطوط یعنی محور اور حاصل کا خطِ عمل تقریبًا منطبق ہوں ورنہ مادے کی طاقتِ مزاحمت کا پورا پورا استعمال نہیں ہوگا جیسا کہ نیچے سمجھایا جائیگا (دفعہ ۵۷ (ب))۔ لیکن جب یہ بات حاصل ہو تب بھی اس فساد کے غیر قائم تعادل ہونے کی وجہ سے لازم آتا ہے کہ ہر عارضی انصراف بڑھتے جانے کا میلان رکھے اور اس طرح شئے کی خمیدگی کی وجہ سے ایک مزید فساد پیدا ہوتا ہے (ایک علٰحدہ قسم کا یعنی عرضی فساد) جو شئے کے طول کے تناسب سے بڑھتا ہے۔

۵۲ - اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ کھنچاؤ کی مزاحمت کے مقابلے میں دباؤ کی مزاحمت ایک پیچیدہ بات ہے اور اس کے قوانین کسی بہت سادہ ضابطے میں نہیں بیان

ہو سکتے۔

تجربے اور عملی مشاہدے سے اس کی پوری تصدیق ہوتی ہے۔

۵۳۔ تجربوں کے نتائج کا خلاصہ یہ ہے :—

تعریف — کسی شئے کا حصہ جو فشاری فساد کے تحت ہو اختصار کی خاطر "ستون" کہلائیگا۔

تجربے سے معلوم ہوتا ہے کہ موجودہ مقصد کے لیے ستونوں کی تقسیم حسب ذیل ہو سکتی ہے بلحاظ اس کے کہ پھیلاؤ میں اُن کی ناکارگی کس قسم کی ہوتی ہے یا بلحاظ نسبت ل ÷ گ کی قیمت کے (ان علامات کی تفہیم کے لیے دیکھو ترقیم دفعہ ۵۴) جس سے اُن کی ناکارگی کی قسم کا تعین ہوتا ہے۔

اول۔ "بہت چھوٹے" ستون (ل ÷ ق < ۱½)

یہ بے قاعدہ طور پر بے کار ہو جاتے ہیں۔

دوم۔ "چھوٹے" ستون (ل ÷ ق > ۱½ لیکن < ۵ تا ۱۰):

صرف یہ ستون ہیں جو بظاہر فی الواقع مادے کے "راست پھیلاؤ" کی وجہ سے ناکارہ ہو جاتے ہیں۔

سوم۔ "لمبے" ستون (ل ÷ ق > ۵ تا ۱۰ لیکن < قسم چہارم):

یہ کچھ قسم دوم کی طرح "راست پھیلاؤ" کی وجہ سے اور کچھ "قسم چہارم" کی طرح خمیدگی کی وجہ سے بیکار ہو جاتے ہیں۔

چہارم۔ "بہت لمبے" ستون (ل ÷ ق > ۱۵ تا ۳۰ جب کہ سرے آزاد ہوں اور > ۳۰ تا ۶۰ جب کہ سرے ثابت ہوں)

یہ خمیدگی کی وجہ سے ناکارہ ہوتے ہیں۔

نوٹ۔ اصطلاح "راست پھیلاؤ" صرف قسم دوم کے لیے استعمال ہوتی ہے اور "خمیدگی کی وجہ سے پھیلاؤ" کی اصطلاح قسم سوم اور چہارم کے لیے استعمال ہوتی ہے۔

اختصار کی خاطر اس کتاب میں ستونوں کے نام "بہت چھوٹے" "چھوٹے" "لمبے" "بہت لمبے" رہینگے۔

ہر صورت کے لیے ضابطے علیحدہ ہیں۔ اور ان سے علیحدہ ہی بحث

ہونی چاہیے۔

۵۴۔ ترقیم ــــ ذیل کی ترقیم ہر جگہ استعمال ہوگی (مقابلہ کرو دفعہ ۱۱ سے)

ل = ستون کا طول (انچوں میں) } دونوں زور کے متوازی
لَ = " " (فٹوں میں) } ناپے جاتے ہیں۔

∴ لَ = ل ÷ ۱۲

ر = خالص رقبہ (مربع انچوں میں) ستون کی چھوٹی سے چھوٹی تراش کا جو زور کے علی القوائم ہو یعنی ل یا لَ کے علی القوائم ہو۔

نوٹ:۔ "خالص رقبے" سے مراد صرف ٹھوس مادے کا رقبہ ہے۔ اس میں سے چابیوں، ریوٹوں، بولٹوں، وغیرہ کے سوراخوں کا رقبہ منہا کرنے کی ضرورت نہیں، بشرطیکہ یہ سوراخ کامل طور پر اور ٹھوس طور پر اسی قسم کے مادے کی چابیوں، ریوٹوں اور بولٹوں سے بھرے ہوں جس کا کہ ستون بنا ہوا ہے۔

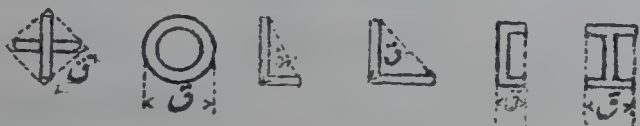
اس شرط کو عموماً عملی طور پر پورا کر لیا جاتا ہے اس لیے حساب میں ایسے سوراخوں کے رقبوں کو منہا کرنے کی شاذو نادر ہی ضرورت پیش آتی ہے۔

ق = اقل بیرونی گہرائی یا چوڑائی (انچوں میں) مذکورۂ بالا تراش ر کی۔

اگر تراش پیچیدہ ہو جیسا کہ لوہے کی اشیا میں عام طور پر ہوتا ہے تو ق اُس کم سے کم سادہ شکل (مثلاً مثلث، مستطیل، مربع وغیرہ) کی جو اُس تراش کے گرد کھینچی جا سکے اقل چوڑائی لی جاتی ہے۔ یہ رینکن[1] کا قاعدہ ہے دیکھو دفعہ[2]۔ ذیل کی تراش کی شکلوں میں ق کی پیمائش دکھائی گئی ہے:۔

ق ق ق ق ق ق

شکل ۱۷۔ ا

[1] سول انجینیرنگ کی درسی کتاب مصنفہ ڈبلیو۔ جے۔ ایم۔ رینکن دفعہ ۱۵۸ اڈیشن چھٹی۔

م = موٹائی (انچوں میں) کھوکھلے ستون کی۔

ب = شکستنی بوجھ (پونڈوں میں) یعنی کُل بوجھ جو بعد میں ذکر کیے ہوئے طریقے کے مطابق منقسم ہو کر ستون کو کچل کر توڑنے کے لیے عین کافی ہو۔

= انتہائی مضبوطی یعنی کچلاؤ کی انتہائی مزاحمت (تعادل کی مساوات کی رُو سے)۔

= انتہائی زور (تعریف کی رُو سے)۔

∴ ب ÷ ۲۲۴۰ = یہی چیز ٹن میں۔

و = عملی بوجھ (پونڈوں میں) یعنی کُل بوجھ جس کے ب کی طرح منقسم ہونے پر اُسے ستون بے خطر طور پر برداشت کرے۔

= عملی مضبوطی یعنی کچلاؤ کی عملی مزاحمت (تعادل کی رُو سے)۔

= عملی یا بے خطر زور (تعریف کی رُو سے)۔

∴ و ÷ ۲۲۴۰ = یہی چیز ٹن میں۔

ف = مسالے کے کچلاؤ کا مقیاس۔

= وزن (پونڈوں میں) جو "راست کچلاؤ" سے اُسی مادے کے (دیکھو قسم ۲) اور ایک مربع انچ تراش کے ایک "چھوٹے ستون" کو توڑنے کے لیے عین کافی ہو (تعریف کی رُو سے)۔

= پونڈ فی مربع انچ میں "راست کچلاؤ" کی انتہائی مزاحمت (تعادل کی رُو سے)۔

نوٹ ۔ ف ہر مسالے کے لیے ایک مستقل ہے جو تجربے سے معلوم ہوتا ہے۔
عام تعمیری مسالوں کے لیے اس کی قیمتوں کی ایک جدول ضمیمہ میں دی گئی ہے۔
"چھوٹے ستونوں" کے لیے اس کی قیمت مساوات (۲) سے اس طرح حاصل ہوتی ہے ف = ب ÷ س

س = مسالے سے متعلق قدرِ سلامتی، ایک آزمائشی مقدار جو صرف

تجربے سے معین ہوتی ہے (دیکھو دفعہ ۷ ، اور نیچے کی جدول)۔

∴ فس ÷ س = کچلاؤ کے زور کی بے خطر حدّت پونڈ فی مربع انچ میں (تعریف کی رُو سے)۔

زک = کچلاؤ کے زور کی بے خطر حدّت ٹن فی مربع انچ میں۔

$$= \frac{\text{فس}}{۲۲۴۰} \div \text{س}$$

نوٹ۔ فس کی یہ دو بہت کارآمد تر ہیبات ہیں (دیکھو دفعہ ۸۳)۔

فس ÷ س چوبینہ کے لیے مردہ بوجھ کے لیے اوسطاً ۱۰۰۰ ہے۔

زک ڈھلے لوہے ” ” ” ” ۱۰ ہے۔

زک پٹوال لوہے ” ” ” ” ۵ ½ ہے۔

کچلاؤ کے فساد[2] کے تحت قدرِ سلامتی	ثابت		عملی				
			س = شکستی بوجھ / عملی بوجھ = ب / و				
			بوجھ کی نوعیت				
	شکستی بوجھ	ثابت بوجھ	عارضی	مستقل جیسے [illegible] میں	[illegible]	[illegible]	[illegible]
چٹان (بنیاد میں)	—	—	—	۸	—	—	—
تراشا ہوا پتھر مثلاً محراب ڈاٹ اور ستون	—	—	—	۲۰	—	—	—
اینٹ، کنکریٹ اور روڑے	—	—	—	۶	—	—	—
چوبینہ (خشک)	—	—	۴	۱۰	—	—	—
ڈھلا لوہا	۳	—	—	۵	۶	—	۱۰
پٹوال لوہا	۳	—	—	۴	۶	—	۱۰

[1] اخیر قیمت اُس قیمت سے زیادہ ہے جو عام طور پر دی جاتی ہے۔ اسے اَنوِن (Unwin) کی سند پر دیا گیا ہے۔ "پٹوال لوہے کے پُل اور چھتیں" سنہ ۱۸۶۹ء دفعہ ۳۲۔

[2] فساد کے متعلق سٹونی (Stoney) کا نظریہ فصل ۱۲ - اور رینکن (Rankine) کی کتاب "سول انجنیرنگ"۔

۵۵۔ جو ضابطے ابھی دیے جائینگے وہ سب زیر بحث ستونوں کے شکستی وزن بتاتے ہیں۔ ان ضابطوں کو اُس مساوات سے جوڑنے سے جو شکستی بوجھ اور عملی بوجھ میں رشتہ قائم کرتی ہے یعنی

ب = س و (تعریف کی رُو سے)۔

نیز ب ÷ ۲۲۴۰ = س (و ÷ ۲۲۴۰) .... (۱)

عملی بوجھ و معلوم ہوسکتا ہے جب کہ س دیا گیا ہو یا برعکس اگر و دیا گیا ہو تو ستون کا رقبہ س معلوم ہوسکتا ہے جو و کو بے خطر برداشت کرنے کے لیے درکار ہے۔

چونکہ ان ضابطوں کے استعمال میں احتیاط ضروری ہے اس لیے اخیر میں مثالیں دی جائینگی (دفعہ ۸۲ اور بعد کے دفعات)۔

۵۶۔ قسم ۱ — "بہت چھوٹے ستون" (ل ÷ ق < ۱½)۔
یہ بے قاعدہ طور پر جواب دیتے ہیں اور کچلاؤ کی شدید مزاحمت کرتے ہیں جس کا قانون ابھی تک ضابطے کی شکل میں نہیں آیا۔ ان ستونوں کی اس بڑی مزاحمت کی اغلب وجہ یہ ہے کہ بیرونی حِصے اندرونی حصوں کو مقید رکھتے ہیں اور کم از کم اندرون کو قسم دوم کی طرح جواب دید ینے سے باز رکھتے ہیں۔

نوٹ۔ چونکہ "بہت چھوٹے ستونوں" کی مضبوطی کے لیے کوئی ضابطہ موجود نہیں اس لیے ان کی مضبوطی اُس سے کچھ زیادہ مان لی جاسکتی ہے جو قسم دوم کے لیے ضابطہ (۲) سے حاصل ہوتی ہے۔

۵۷۔ قسم ۲ — "چھوٹے ستون" جو بظاہر سالے کے راست کچلاؤ کی وجہ سے جواب دیتے ہیں (ل ÷ ق > ۱½ لیکن < ۵ ڈھلے لوہے کے لیے اور < ۱۰ پٹواں لوہے، فولاد اور چوبینہ کے لیے)۔

دو صورتوں میں امتیاز کرنا چاہیے:—

(ا) بوجھ رقبہ س پر یکساں طور پر منقسم }
(ب) " " غیر یکساں " " } دیکھو ترقیم دفعہ ۵۴

صورت (ا) — بوجھ رقبہ س پر یکساں طور پر منقسم

نظریہ سے معلوم ہوتا ہے کہ متجانس شئے میں کسی تراش پر حدت فی اکائی رقبہ کے یکساں ہونے کی صورت میں (جس صورت میں کہ بوجھ کا حاصل ستون کے محور پر منطبق ہوتا ہے) اُس تراش پر کچلاؤ کی مجموعی مزاحمت (۱) تراش کے رقبہ کے متناسب ہونی چاہیے اور (۲) اسی شئے کی کسی ایک تراش کے لیے مستقل ہونی چاہیے۔

تجربہ اور عملی مشاہدہ اس نظری نتیجہ کی تصدیق کرتے ہیں جب کہ ستون اتنے چھوٹے ہوں کہ "راست کچلاؤ" کے خلاف اُن کی پوری طاقتِ مزاحمت کام میں آئے یعنی اتنے بڑے نہ ہوں کہ خمیدہ ہو جائیں۔

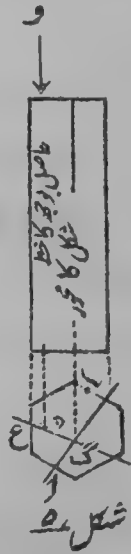
چونکہ دوسری صورتوں میں راست کچلاؤ کے خلاف سارے مسالے کی طاقتِ مزاحمت کا استعمال ممکن نہیں اس لیے "راست کچلاؤ" کی اصطلاح اسی صورت کے لیے استعمال ہوتی ہے۔

اِس قانونِ مزاحمت کے لیے جبری جملہ ہوگا

ب = فس × سا (دیکھو ترقیم دفعہ ۵۴) .... (۲)

صورت (ب) — بوجھ رقبہ سا پر غیر یکساں طور پر منقسم — اگر بوجھ اقل تراش کے رقبہ سا پر غیر یکساں طور پر منقسم ہو اگرچہ اُس کی سمت رقبہ پر عمود وار ہو تو بوجھ کا حاصل ستون کے محور سے ہٹا ہوا ہوگا اور رقبہ سا پر دباؤ کا مرکز رقبے کی شکل کے مرکز سے ہٹا ہوا ہوگا اور رقبے کے اُوپر زور متغیر حدت کا ہوگا (دیکھو دفعہ ۲۰ صفحہ ۲۱ تا ۲۲)۔ چونکہ مسالوں کی مضبوطی زور کی اوسط حدت پر منحصر نہیں ہوتی بلکہ اعظم حدت پر اس لیے لازم آیا کہ بوجھ کی غیر مساوی تقسیم سے ستون کی مضبوطی اوسط حدت اور اعظم حدت کی نسبت میں گھٹ جاتی ہے۔ اس نسبت کو کافی صحت کے ساتھ یہ فرض[1] کر کے معلوم کیا جا سکتا ہے کہ زور ہموار طور پر متغیر ہے (یعنی تراش سا کے کسی نقطے پر حدت، تراش کے "تعدیلی" محور سے نقطے کے فاصلے کے متناسب ہے دفعہ ۲۰ صورت ۳ صفحہ ۲۲)۔

[1] اِس مفروضہ کی وجہ اس کتاب کے حصۂ دوم سے عرضی فساد کا باب پڑھ لینے پر سمجھ میں آ جائے گی۔

اس طرح فرض کرو کہ لا = زیادہ سے زیادہ ہٹاؤ انچوں میں دباؤ کے مرکز و کا کسی تراش س کی شکل کے مرکز گ سے یعنی زیادہ سے زیادہ ہٹاؤ بوجھ کے حاصل کا ستون کی شکل کے محور سے۔

= ہ گ شکل میں۔

لا = فاصلہ انچوں میں زیادہ سے زیادہ زور کے نقطہ ع کا ستون کے محور سے (نقطہ ع وہ نقطہ ہے جہاں گ ہ تراش کے گھیرے سے ملتا ہے: اسی طرح لا = گ ع)۔

جہ = تراش س کے "جمود کا معیار" اُس کے تعدیلی محور اب کے حوالے سے جو خطہ گ کے ساتھ "مزدوج" ہے۔

شکل ۵

[عام شکل میں اس تعدیلی محور کے محل کا تعین اور اُس کے حوالے سے جہ کی قیمت معلوم کرنا اس کتاب کی استعداد سے باہر ہے۔ اس مضمون کو رینکن کی کتاب اطلاقی میکانیات کے دفعات ۲۸۵ اور ۲۹۵ میں پورے طور پر سمجھایا گیا ہے]۔

اب یہ دکھایا جا سکتا ہے کہ جس نسبت میں ستون بوجھ کی نامساوی تقسیم کی وجہ سے کم ذدد ہو گیا ہے وہ یہ ہے:۔

$$\frac{\text{زور کی اوسط حدت}}{\text{زور کی اعظم حدت}} = ۱ \div \left(۱ + \frac{\text{لا لا س}}{\text{جہ}}\right) \ldots\ldots (۳)$$

ظاہر ہے کہ شکستی اور عملی بوجھ ب اور و بھی اُسی تناسب میں کم ہو جائینگے (دیکھو ترقیم دفعہ ۵۴)۔

$$ب = \frac{ف}{ک} \times س \div \left(۱ + \frac{\text{لا لا س}}{\text{جہ}}\right) \ldots\ldots (۴)$$

اس مقصد سے کہ یہ ضابطہ بغیر جہ کی قیمت معلوم کیے اور بغیر مزید عمل کیے کارآمد ہو مقدار لا ا/جہ کی قیمتیں بعض عام طور پر پیش آنے والی تشاکل تراش کی شکلوں کے لیے یہاں دی جاتی ہیں۔

ہر صورت میں ہٹاؤ (لا) تراش کے ایک محورِ تشاکل پر فرض کیا گیا ہے جس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ محورِ تعدیلی ہر صورت میں وہ محورِ تشاکل ہے جو ہٹاؤ گ ہ کے علی القوائم ہے۔ مثلاً مستطیلوں میں محورِ تعدیلی دو متوازی اضلاع کے نقاطِ وسطی کو ملتا ہے' ناقص میں ناقص کا ایک محور ہے وغیرہ۔

جو صورتیں ذیل کی جدول میں شامل نہیں ہیں اُن کے لیے جہ معلوم کرنے میں کسی بڑی کتاب سے مدد لینی چاہیے (مثلاً رینکن کی اطلاقی میکانیات)۔

تراش	ابعاد	محورِ تعدیلی کا محلِ وقوع ہٹاؤ لا کے علی القوائم اور ق میں سے گزرتا ہے	لا ا/جہ کی قیمت
مستطیل مربع	اضلاع ض، ق اضلاع ق	ض کے متوازی ق کے متوازی	٦/ق
ناقص دائرہ	محاور ق، ض قطر ق	محور ض ایک قطر	٨/ق
کھوکھلا مستطیل	بیرونی اضلاع ض، ق اندرونی اضلاع ضَ، قَ	ض کے متوازی	٦ق (ض ق - ضَ قَ) / (ض ق^۳ - ضَ قَ^۳)
کھوکھلا مربع	بیرونی اضلاع ق اندرونی اضلاع قَ	ق کے متوازی	٦ق / (ق^۲ + قَ^۲)
مدور حلقہ	بیرونی قطر ق اندرونی قطر قَ	ایک قطر	٨ق / (ق^۲ + قَ^۲)

اس جدول کا ضابطہ (۴) سے مقابلہ کرنے سے ظاہر ہوگا کہ بوجھ کی نامساوی تقسیم کی وجہ سے مضبوطی کی کمی بہت خاصی ہوسکتی ہے اور بوجھ کو اس طرح رکھنے کی اہمیت ظاہر ہوگی کہ ستون کی تراش پر تقریباً یکساں طور پر منقسم ہو جائے

(جس صورت میں بوجھ کا حاصل اور ستون کا محور تقریباً منطبق ہوتے ہیں)
(دیکھو مثال ۲ دفعہ ۸۴)۔

ممکن ہے کہ ایسا کرنا ہمیشہ ممکن نہ ہو لیکن بڑی چُنائی کی وسیع تعمیروں میں یہ ضروری ہوتا ہے کہ ستون کے محور سے دباؤ کے مرکز کے ہٹاؤ لا کو اس طرح محدود کیا جائے کہ تراش کے کسی حصّے میں تناؤ واقع نہ ہو (دیکھو دفعہ ۴۲)۔ یہ شرط حاصل ہوجاتی ہے جبکہ دباؤ کی کم سے کم حدّت مثبت یا صفر ہو اور اس صورت میں زور کی اعظم حدّت اوسط حدّت کے دوگنے سے زیادہ نہ ہوگی۔ اس طرح ب بڑا نہیں ہوگا ف × سا ÷ ۲ سے جس سے نتیجہ نکلتا ہے (مساوات ۴ سے) کہ لا بڑا نہیں $\frac{\text{جھ}}{\text{لا} \cdot \text{سا}}$ سے جس کے مقلوب کی مقدار اُوپر جدول میں دی گئی ہے۔

کیونکہ اگر دباؤ مثبت سمجھا جائے تو تناؤ منفی سمجھا جانا چاہیے اور ایک دوسرے میں تبدیل نہیں ہوسکتا، بغیر قیمت صفر میں سے گزرنے کے تو اگر اقل حدت صفر ہو اور دباؤ یکساں طور پر ایک اعظم قیمت ب تک بڑھے تو رقبے کے اُوپر دباؤ کی تقسیم ترسیماً ایک قائم الزاویہ مثلث سے تعبیر ہوگی جس کا قاعدہ رقبے کا طول ہوگا، ارتفاع ب، اور وتر اُن خطوطِ مستقیم کے سروں کا طریق جو زور کی حدّت کو تعبیر کرتے ہیں۔ اس طرح اوسط دباؤ $\frac{\text{ب}}{۲}$ ہوگا۔ اس مسئلے پر "چُنائی کی دیواریں اور پیل پائے" کے عنوان کے تحت زیادہ تفصیل سے بحث ہوگی۔

۵۸۔ ضابطہ (۲) اور (۴) کا استعمال

—— ضابطہ (۲) یا (۴) میں سے ہر ایک کے ساتھ مساوات (۱) کا استعمال کریں تو رقبہ سا کی اقل تراش کے "چھوٹے ستون" کے لیے شکستی بوجھ ب اور عملی بوجھ و حاصل ہوتا ہے۔ یا اس کے برعکس ایک ایسے "چھوٹے ستون" کی اقل تراش کا رقبہ سا حاصل ہوتا ہے جو بوجھ ب کے تحت عین شکست ہوجائے اور عملی بوجھ و کو بے خطر برداشت کرلے۔

نوٹ۔ مؤخرالذکر استعمال میں (جو سب میں زیادہ کارآمد استعمال ہے) (رقبہ سا

معلوم کرکے احتیاط کے ساتھ اطمینان کرلینا چاہیے کہ زیر بحث ستون دراصل ایک "چھوٹا ستون" ہے یعنی ل ÷ تی مقررہ حدود کے اندر واقع ہوتا ہے ورنہ یہ ضابطے بالکل ناقابل استعمال ہونگے۔

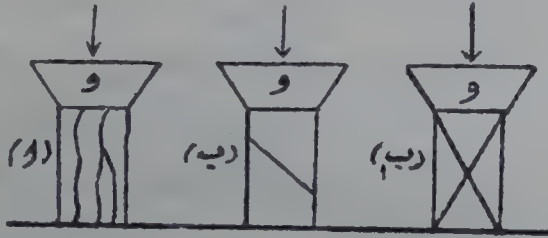
ضابطہ (۲) ٹھیک ٹھیک طور پر صرف اُس وقت صحیح ہے جب بوجھ ب یا و زور کے علی القوائم اقل تراش سرا پر یکساں طور پر منقسم ہو۔ (اس صورت میں بوجھ کا حاصل اور ستون کا محور اس تراش میں منطبق ہوتے ہیں)۔ لیکن علی طور پر اگر بوجھ تقریباً یکساں طور پر منقسم ہو تو ان دو خطوں کا تقریبی انطباق (جس کا ہونا بے حد مفید ہوتا ہے) واقع ہوتا ہے۔ اور ضابطہ (۲) عملی طور پر کافی صحیح ہوتا ہے۔

نوٹ۔ یہ تقریبی صحت بہت اہم ہے کیونکہ ضابطہ (۲) بہت آسان ہے اور بوجھ کی نامساوی تقسیم کا ضابطہ (۴) بہت پیچیدہ ہے۔

۵۹۔ "چھوٹے ستون" کی ناکارگی کا طور۔۔۔۔ مختلف قسم کے مسالے راست کچلاؤ سے اپنی سالماتی ساخت کے مطابق مختلف طور پر جواب دیتے ہیں۔ مثلاً۔۔۔

(ا) ٹکڑے ہونے کی وجہ سے کچلاؤ۔ شکل ع۶ (ا)۔

(ا) (ب) (ب۱)

شکل ع۶

متعدد منشوری ٹکڑے ہوجائیں۔ ان کی درمیانی سطحیں جو زور کے تقریباً متوازی ہوتی ہیں خاصی منتظم ہوتی ہیں۔ اِس سے شیشے کی سی ساخت کے سخت اور متجانس مادّے کا پتہ چلتا ہے مثلاً جھانواں اینٹیں۔

(ب) جز کی وجہ سے کچلاؤ یعنی شئے کے حصوں کا ایک دوسرے کے درمیان کی مائل سطحوں پر پھسلنا۔ اس سے دانہ دار ساخت کا پتہ چلتا ہے۔

مثلاً ڈھلی ہوئی دھاتیں، پتھر، اینٹ۔
بعض وقت پھسلن ایک واحد مستوی سطح پر واقع ہوتی ہے۔ شکل ۲۶ (ب)۔
بعض وقت دو بھدّے مخروط بن جاتے ہیں جو اپنے قریب بہت سے فانہ نما حصّوں کو باہر کی طرف نکال دیتے ہیں شکل ۲۶ (ب ۱)۔ جز کی سطحیں زور کی سمت سے ایک زاویہ بناتی ہیں جو مسالے پر منحصر ہوتا ہے (مثلاً ڈھلے لوہے کے لیے ۳۲° سے ۴۲° تک) جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ جز کی مزاحمت محض ایک اتصالی قوت نہیں بلکہ کچھ رگڑ کی سی قوت پر بھی (جو عادی دباؤ کی حدّت کے ساتھ بڑھتی ہے) مشتمل ہے۔ کیونکہ محض اتصالی قوت صرف جزی زور کی حدّت پر منحصر ہوگی جو معلوم ہے کہ راست کچلاؤ کے زور سے ۴۵° بنانے والے مستویوں میں ہوتا ہے (رینکن کی کتاب سول انجینیری دفعہ ۱۰۸)۔
(ج) اُبھر جانے کی وجہ سے کچلاؤ یا جانبی پھیلاؤ سے کڑے اور متمدد مادّے کا پتہ چلتا ہے۔ مثلاً پٹواں لوہا اور بیلی دھاتیں۔ ان مادّوں کا اُبھرنا اتنا تدریجی ہوتا ہے کہ اس قسم کے کچلاؤ کی مزاحمت کی پیمائش مشکل ہے۔
(د) جھک جانے یا خم کھانے کی وجہ سے کچلاؤ اُن ریشہ دار اشیاء کی خاصیت ہے جو ریشوں کے طول میں راست کچلاؤ کے زور کے تحت ہوں۔ یہ کچلاؤ عرضی خمیدگی اور جھریاں پڑ جانے اور بعض وقت ریشوں کے ٹوٹ جانے پر مشتمل ہوتا ہے۔
مثال۔ چوبینہ، پٹواں لوہے کی تختیاں، پٹواں لوہے کی سلاخیں۔
راست کچلاؤ کے تحت ناکارگی کے مختلف طوروں پر عام تبصرہ۔
(ا) اور (ب)۔۔ اشیاء جو راست طور پر کچل جاتی ہیں (ا) ٹکڑے ہونے کی وجہ سے اور (ب) جز کی وجہ سے۔ یہ اشیا کھنچاؤ کے مقابلے میں کچلاؤ کی بہت زیادہ مزاحمت کرتی ہیں (دیکھو دونو قسم کی انتہائی مزاحمت کی جدولیں) مثلاً ڈھلے لوہے میں راست کچلاؤ کی مزاحمت یعنی ف ح کھنچاؤ کی مزاحمت ف ت کی ۶ گُنی ہے یعنی ف ح = ۶ ف ت۔
اس لیے ان دو قسموں کی اشیاء "راست کچلاؤ" کا زور برداشت کرنے

کے لیے موزوں ہیں ۔ اور یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ تمام تعمیری مسالوں میں "چھوٹے ستون" کے لیے بہترین مسالہ ڈھلا لوہا ہے ۔

(ج) جو مسالے اُبھر آنے کی وجہ سے "راست کچلاؤ" میں ناکارہ ہو جاتے ہیں وہ کچلاؤ کے مقابلے میں کھنچاؤ کی مزاحمت بہتر کرتے ہیں یعنی $ف_{ت} > ف_{و}$

مثال ـــــ پٹواں لوہے میں $ف_{ک} = \frac{۲}{۳} ف_{ت}$ تا $\frac{۴}{۵} ف_{ت}$

(د) ریشے دار مسالے جو "راست کچلاؤ" میں خمیدگی کی وجہ سے ناکارہ ہوتے ہیں کچلاؤ کے مقابلہ میں کھنچاؤ کی مزاحمت بہت زیادہ اور بہتر طور پر کر سکتے ہیں ۔ یعنی $ف_{ت} > ف_{ک}$ خصوصاً جب کہ ریشوں کی عرضی چپک اُن کے تنشی استحکام کے مقابلہ میں کم زور ہو ۔

مثال ـــــ اکثر خشک چوبینے میں $ف_{ک} = ف_{ت}$ کا $\frac{۱}{۲}$ سے $\frac{۲}{۳}$ تک

۶۰ ـــ قسم ۳ ۔ "لمبے ستون" جو کچھ "راست کچلاؤ" اور کچھ "خمیدگی" کی وجہ سے ناکارہ ہو جاتے ہیں ۔

قسم ۴ ۔ "بہت لمبے ستون" جو سادہ خمیدگی کی وجہ سے ناکارہ ہو جاتے ہیں ۔

اس قسم کے ستونوں کی مضبوطی کے لیے جملہ حاصل کرنے کے لیے تین قسم کے ضابطے عام طور پر مستعمل ہیں جو ہاج کِنسن[۱] ، رانڈِلٹ[۲] اور گارڈان[۳] کے ضابطے کہلاتے ہیں ۔

یہ سب ضابطے (۲) یعنی ب = ف س کی (جو صرف راست کچلاؤ پر لگ سکتا ہے) ترمیم شدہ شکلیں ہیں جن میں ایسے جزو کا اضافہ ہے جو نسبت ل ÷ گ پر منحصر ہے اور جو اس طبعی قانون کو بیان کرتا ہے کہ مضبوطی نسبت ل ÷ گ کے بڑھنے سے گھٹتی ہے کیونکہ اس طرح خمیدگی کا امکان زیادہ ہوتا ہے ۔

عام شکل میں وہ ضابطے یہ ہیں (عام ترقیم کے دیکھو دفعہ ۵۴

---

[۱] Hodgkinson   [۲] Rondelet   [۳] Gordon

خاص علامات نیچے سمجھائی گئی ہیں)۔

ہاج کنسن[1]، ب ÷ ۲۲۴۰ = ج $\frac{\text{ق}^{۳٫۷۶} \text{ یا } ۳٫۵۵}{\text{ل}^{۱٫۷} \text{ یا } ۲}$ (دیکھو دفعہ ۶۶)۔

رانڈلٹ[2]، ب = ک فر × سر (دیکھو دفعہ ۶۹)۔

گارڈان[3]، ب = فر × سر ÷ $\left\{ ۱ + \text{ج} \left(\frac{\text{ل}}{\text{ق}}\right)^۲ \right\}$ دیکھو دفعہ ۷۰)۔

ہر صورت میں مساوات (۱) ب۱ = س و کو شریک کرلینا چاہیے جو شکستی اور عملی بوجھوں میں تعلق قائم کرتی ہے۔

نوٹ۔ ان سب ضابطوں میں فرض کیا گیا ہے کہ زور کے علی القوائم اقل تراش سر پر ب اور و یکساں طور پر منقسم ہیں۔

اگر وجہ کی تقسیم تقریباً یکساں ہو تو ضابطے عملی طور پر کافی صحیح ہوتے ہیں۔ اگر تقریباً یکساں نہ بھی ہو تو ب کو مساوات (۲) سے حاصل ہونے والی نسبت میں کم کر دینا چاہیے۔ یقیناً اس سے حسابات پیچیدہ ہو جائینگے۔ خاص کر جب کہ مجہول مقدار سر ہو۔

۶۱- ایٹن ہاج کنسن کے تجربات کے ذیل کے قابل لحاظ نتائج پر (جن کی ڈھلے لوہے، پٹواں لوہے، فولاد اور چوبینے کے لیے تجربے سے تصدیق ہوئی ہے) ضابطوں پر تفصیل سے غور کرنے سے پہلے توجہ کرنی چاہیے۔ وہ نتائج یہ ہیں :—

"اگر ستون اتنا بڑا ہو کہ اس کی خمیدگی کا احتمال ہو تو اُس کے سروں کو نصب کرنے کے طور کا اُس کی کچلاؤ کی مزاحمت کی طاقت پر قابل لحاظ اثر ہوتا ہے"۔

کسی ستون کے سروں کے نصب کرنے کے معمولی طور تین ہیں :—

(۱) دونوں سرے آزاد۔

(۲) ایک سرا آزاد، دُوسرا مضبوطی سے ثابت۔

(۳) دونوں سرے مضبوطی سے ثابت۔

---

[1] Eaton Hodgkinson　[2] Rondelet　[3] Gordon

نوٹ۔ کسی ستون کا سرا ثابت یا آزاد سمجھا جاتا ہے۔ بمطابق اس کے کہ ستون کا محور اس سرے پر سمت کے لحاظ سے ناقابلِ حرکت طور پر نصب ہے یا نہیں۔

مثال ۔۔ (۱) اگر ستون کا ایک سرا گول کیا ہوا ہو تو وہ سرا آزاد ہے۔

(۲) اگر سلاخ کا ایک سرا ایک گول بولٹ یا چُول کے ساتھ چُول دیا ہوا ہو (مثلاً وارن[1] گرڈر کے تنشار ڈنڈے) تو وہ سرا آزاد ہے۔

(۳) اگر سرا چپٹا ہو اور مضبوط گڑا ہو تو سرا ثابت ہے۔

(۴) اگر سلاخ بہت سے رپٹوں کے ساتھ اس طرح رپٹائی گئی ہو کہ رپٹ کے سوراخ پوری طرح بھر جائیں تو سرا ثابت ہے۔ (مثلاً جالی دار گرڈر کے تنشار ڈنڈے)۔

ایک ہی ستون کی اضافی انتہائی مضبوطیاں جب کہ وہ (۱)، (۲)، (۳) کی طرح نصب ہو ایک سادہ باہمی ربط رکھتی ہیں۔ مگر یہ ربط قسموں ۳ اور ۴ کے لیے مختلف ہیں:۔ ان انتہائی مضبوطیوں کو ب۱، ب۲، ب۳ سے تعبیر کرو۔ نتائج مساواتوں (۵)، (۶)، (۸)، (۹) میں بیان ہوئے ہیں۔

۶۲۔ قسم (۴)۔ "لمبے ستون" جو کچھ "راست کچلاؤ" اور کچھ "خمیدگی" کی وجہ سے ناکارہ ہو جاتے ہیں۔

مسالہ	دونوں سرے آزاد	دونوں سرے ثابت
چوبینہ اور ڈھلا لوہا	ل ÷ ق > ۵ < ۱۵	ل ÷ ق > ۵ < ۳۰
پٹواں لوہا	ل ÷ ق > ۱۰ < ۲۰	ل ÷ ق > ۱۰ < ۶۰

مختلف طور پر نصب کیے ہوئے "لمبے ستونوں" کی اضافی انتہائی مضبوطیوں پر ہاجکِنسن نے جو تجربے کیے ہیں اُن کے نتائج یہ ہیں:۔

[1] Warren Girder

انتہائی مضبوطی (ایک سرا ثابت، دوسرا آزاد) تقریباً اوسط حسابی ہے اُن انتہائی مضبوطیوں کا جو دونوں سروں کے آزاد اور دونوں سروں کے ثابت ہونے کی صورت میں ہوں۔

دونوں سروں کے آزاد ہونے کی صورت میں انتہائی مضبوطی = $\frac{۱}{۲}$ سے $\frac{۲}{۳}$ تک دونوں سروں کے ثابت ہونے کی مضبوطی کی جوں جوں نسبت ل ÷ ق گھٹتی ہے یہ نسبت $\frac{۱}{۲}$ سے $\frac{۲}{۳}$ تک بڑھتی ہے۔

یعنی $ب_۲ = \frac{۱}{۲} (ب_۱ + ب_۳)$ تقریباً .... (۵)

اور $ب_۱ = \frac{۱}{۲} ب_۳$ سے $\frac{۲}{۳} ب_۳$ تک .... (۶)

اس اخیر نسبت کے لیے کوئی ٹھیک ٹھیک ضابطہ نہیں دیا گیا ہے۔ یہ نتائج دفعہ (۶۰) کے تینوں اسلی ضابطوں کے لیے درست ہیں۔

ھاج کنسن کا ضابطہ "لمبے ستون" کے لیے، دونوں سرے ثابت۔

$ب_ک$ = شکستی وزن (پونڈوں میں) جس کا ضابطہ (۲) سے حساب لگایا گیا ہو۔ یعنی گویا کہ ستون "چھوٹا ستون" ہے۔ اور "راست کچلاؤ" کی وجہ سے جواب دیتا ہے۔

$ب_خ$ = شکستی وزن (پونڈوں میں) جس کا ضابطوں (۱۰) تا (۱۳) سے حساب لگایا گیا ہو۔ یعنی گویا کہ ستون "بہت لمبا ستون" ہے اور "خمیدگی" کی وجہ سے جواب دیتا ہے۔

تب ب یعنی $ب_۲ = \frac{ب_خ \times ب_ک}{ب_خ + \frac{۳}{۴} ب_ک}$ جو پونڈوں میں نتیجہ ظاہر کرتا ہے ...... (۷)

اور $\frac{ب}{۲۲۴۰}$ یعنی $\frac{ب_۲}{۲۲۴۰} = \frac{(ب_خ \div ۲۲۴۰) \times (ب_ک \div ۲۲۴۰)}{(ب_خ \div ۲۲۴۰) + \frac{۳}{۴} (ب_ک \div ۲۲۴۰)}$ جو یہی نتیجہ ٹن میں ظاہر کرتا ہے (۷ا)

۶۳۔ ضابطوں (۷) اور (۷ا) کا استعمال

—— اِس ضابطے میں بڑی دقت یہ ہے کہ یہ صرف دونوں سروں پر ثابت ستون کے لیے ٹھیک ٹھیک صحیح ہے۔ اور ستون مختلف طور پر نصب ہوں تو اُن کی انتہائی مضبوطیوں کے درمیان ربط دریافت نہیں ہوا ہے۔

اس میں اَور ایک دقت یہ ہے کہ ب اور ب دونوں پر مشتمل ہے جس کی وجہ سے دو حسابات کی ضرورت ہے (یعنی ب اور ب) جب کہ ب معلوم کرنا ہو۔ اور اگر اس کے برعکس سوال ہو یعنی س یا گ معلوم کرنا ہو (جیسا کہ عام طور پر کرنا ہوتا ہے) تو یہ تو تقریباً ناممکن ہو جاتا ہے (الّا اسکے کہ بڑے تکلیف دہ تقربات حاصل کیے جائیں)۔ کیونکہ مساوات میں ق ۲٫٦ یا ق ۳٫۵۵ اور نیز ق ۱٫٦ یا ق ۱٫۵۵ شریک ہوتے ہیں۔ اور اس کی وجہ سے مساوات ق کے لحاظ سے بہت پیچیدہ ہو جاتی ہے۔

اس کا افادہ اس وجہ سے اَور بھی کم ہو جاتا ہے کہ ب کے لیے جو ضابطہ ہے وہ بھی بعض قیود کے اندر ہے دیکھو قسم چہارم۔

٦٤ - قسم چہارم - "بہت لمبے ستون" جو "خمیدگی" کی وجہ سے ناکارہ ہوتے ہیں۔

مسالہ	دونوں سرے آزاد	دونوں سرے ثابت
چوبینہ اور ڈھلا لوہا	ل ÷ ق > ۱۵	ل ÷ ق > ۳۰
پِٹواں لوہا اور فولاد	ل ÷ ق > ۳۰	ل ÷ ق > ٦۰

مختلف طور پر نصب کیے ہوئے "بہت لمبے ستونوں" کی اضافی انتہائی مضبوطیوں پر مسٹر ہاج کنسن (Mr. Hodgkinson) نے جو تجربات کیے ہیں اُن کے نتائج یہ ہیں:—

اُسی ستون کے لیے انتہائی مضبوطی جب کہ دونوں سرے آزاد ہوں: انتہائی مضبوطی، ایک سرا آزاد دوسرا ثابت: انتہائی مضبوطی دونوں سرے ثابت = ۱ : ۲ : ۳ تقریباً۔

نیز انتہائی مضبوطی، دونوں سرے آزاد، طول ل = انتہائی مضبوطی دونوں سرے ثابت، (طول ۲ل) تقریباً

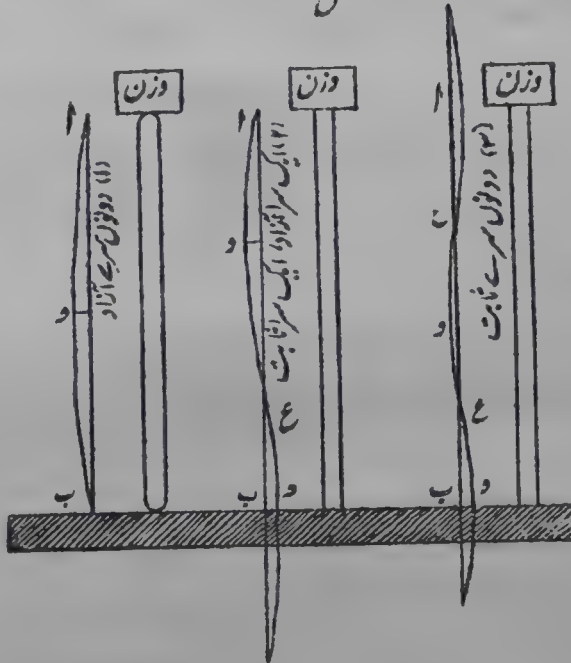
یعنی ب۱ : ب۲ : ب۳ = ۱ : ۲ : ۳ (اُسی ستون کے لیے)....(۸)

ب۱ (طول = ل) = ب۳ (طول = ۲ ل)..........(۹)

یہ نتائج دفعہ ۶۰ کے تینوں صدر ضابطوں کے لیے صحیح ہیں۔

[نوٹ۔ مسٹر ھاج کِنسن اور مسٹر گارڈن نے ب۱ اور ب۳ یعنی دونوں آزاد اور دونوں ثابت سروں کے ستون کی انتہائی مضبوطیاں دریافت کرنے کے لیے علیحدہ علیحدہ ضابطے دیے ہیں لیکن اوپر دیے ہوئے سادہ رشتوں کے ہوتے ہوئے یہ بالکل کافی ہے کہ دونوں کے ایک ایک ضابطے کو حفظ یاد کر لیا جائے۔ (اُس ضابطہ کو ترجیح ہے جو دونوں ثابت سروں کے لیے ہے یعنی ب۳ کے لیے)۔ اور چونکہ یہ ضابطے جو ابھی دیے جائینگے کچھ بہت سادہ نہیں اِس لیے اس سے بہت آسانی ہو جاتی ہے کہ صرف ایک یاد کرنا پڑے۔

شکل ۶ سے اس کی کچھ توجیہ ہوتی ہے کہ کیوں ایک ہی ستون کے مختلف طور پر نصب ہونے سے اس کی انتہائی مضبوطیاں مختلف ہو جاتی ہیں جیسے کہ مساواتوں (۵)، (۶)، (۸)، اور (۹) سے معلوم ہوتا ہے۔

شکل ۶

بوجھ پڑنے پر ستون جس مُنحنی کی شکل اختیار کرتا ہے اُسے ستون کی

بائیں جانب مبالغے کے ساتھ دکھایا گیا ہے: یہ پایا گیا ہے کہ ستون اپنے اعظم انصراف کے نقطوں پر جن کو شکل میں و سے تعبیر کیا گیا ہے شکست ہوتے ہیں - اس طرح ستون ایک، دو یا تین مقامات پر شکست ہوتا ہے بمطابقت اس کے کہ اُس کے سرے (۱)، (۲) یا (۳) کی طرح نصب ہیں -

اس سے مساواتوں (۵)، (۶) اور (۸) کی کچھ توجیہ ہوتی ہے -

نیز ستونوں کے موثر طول جہاں تک خمیدگی کی مزاحمت کا تعلق ہے اب، اع، ع ع علی الترتیب ستونوں (۱)، (۲)، (۳) میں ہیں - اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ستون کے ایک یا دونوں سروں کو ثابت کرنے سے اُس کا مؤثر طول کم ہو جاتا ہے یعنی نسبت ل ÷ گ گھٹ جاتی ہے اور اس لیے مضبوطی بڑھ جاتی ہے -

نیز ستون (۳) میں موثر طول ع ع تجربے میں ½ اب پایا گیا ہے - اس سے مساوات (۹) کی توجیہ ہوتی ہے -

۶۵ — "بہت لمبے" ستونوں پر جو تجربات کیے گئے ہیں اُن کے نتائج کا اضافہ یہاں کیا جاتا ہے :-

(۱) اگر ستون کے چپٹے سروں پر قرصوں کا اضافہ کیا جائے (جس سے مسند بڑھ جائیگی) تو مضبوطی تھوڑی سی بڑھ جاتی ہے -

(۲) ستون کے وسط کے قریب تراش کا رقبہ بڑھانے سے دونوں آزاد سروں والے ٹھوس ستون کی صورت میں انتہائی مضبوطی تقریباً ⅑ زیادہ ہو جاتی ہے - لیکن اگر ستون کھوکھلا ہے یا دونوں سرے ثابت ہیں تو اس کا کوئی اثر نہیں ہوتا -

(۳) مربع ستون اپنے وتروں کی سمت میں مغلوب ہوتے ہیں -

(۴) اگر ستون کے سرے بے قاعدہ طور پر ثابت کیے گئے ہوں تو وہ بس اتنا مضبوط ہوتا ہے جتنا آزاد سروں والا ستون -

(۵) متشابہ ستونوں کی انتہائی مضبوطی اُن کی اقل تراش کے رقبے کے متناسب ہوتی ہے -

(۶) مختلف مسالوں کے ستونوں کی اضافی انتہائی مضبوطیاں تقریباً حسب ذیل ہیں :-

ڈھلا فولاد (سختایا ہوا نہیں) ۲۵، پٹواں لوہا ۱۷، ڈھلا لوہا ۱۰، ڈینزک (Dantzic) شاہ بلوط ۱، سُرخ چیڑ $\frac{۳}{۴}$ -

نوٹ - اِس سے معلوم ہوتا ہے کہ معمولی عمارتی مسالوں میں "بہت لمبے" ستون کے لیے پٹواں لوہا بہترین مسالہ ہے۔

یہ پہلے بتایا گیا ہے کہ "چھوٹے ستون" کے لیے ڈھلا لوہا بہترین مسالہ ہے۔ مگر چونکہ ڈھلا لوہا انصراف کی مزاحمت کے لیے موزوں نہیں اِس لیے "بہت لمبے ستون" کے لیے موزوں نہیں (دیکھو دفعہ ۷۵)۔

(۷) ایک دیے ہوئے رقبہ کے مستطیل کی سب سے مضبوط شکل مربع ہے: یہ اس طرح بھی ظاہر ہے کہ مضبوطی نسبت ل ÷ گ کے گھٹنے سے بڑھتی ہے: اور مستقل رقبے کے مستطیلوں میں گ (جو تراش کا اقل عرض ہے) مربع کے لیے اعظم ہوتا ہے۔

۶۶ - "بہت لمبے ستونوں کے لیے ہاج کنسن کے ضابطے"

(ترقیم کے لیے دیکھو دفعہ ۵۴)۔

ستون کا مسالہ اور شکل	دونوں سرے آزاد	دونوں سرے ثابت	ضابطہ
ڈھلے لوہے کے ٹھوس ستون یکساں مدور تراش	$\frac{\text{ب}}{۲۲۴۰} = ۱۴٫۹ \times \frac{\text{گ}^{۳٫۷۶}}{\text{ل}^{۱٫۷}}$	$\frac{\text{ب}}{۲۲۴۰} = ۴۴٫۱۶ \times \frac{\text{گ}^{۳٫۵۵}}{\text{ل}^{۱٫۷}}$	(۱۰)
ڈھلے لوہے کے کھوکھلے ستون یکساں مدور تراش (گَ = اندرونی قطر)	$\frac{\text{ب}}{۲۲۴۰} = ۱۳ \times \frac{\text{گ}^{۳٫۷۶} - \text{گَ}^{۳٫۷۶}}{\text{ل}^{۱٫۷}}$	$\frac{\text{ب}}{۲۲۴۰} = ۴۴٫۳۴ \frac{\text{گ}^{۳٫۵۵} - \text{گَ}^{۳٫۵۵}}{\text{ل}^{۱٫۷}}$	(۱۱)
پٹواں لوہے کے ٹھوس ستون یکساں مدور تراش	$\frac{\text{ب}}{۲۲۴۰} = ۴۲٫۸ \times \frac{\text{گ}^{۳٫۷۶}}{\text{ل}^{۲}}$	$\frac{\text{ب}}{۲۲۴۰} = ۱۳۳٫۷۵ \times \frac{\text{گ}^{۳٫۵۵}}{\text{ل}^{۲}}$	(۱۲)
چوبینے کے ٹھوس ستون یکساں مستطیلی تراش		$\frac{\text{ب}}{۲۲۴۰} = \text{ج} \left(\frac{\text{گ}}{\text{ل}}\right)^{۲} \times \text{ر}$ ج مسالے پر منحصر ہے	(۱۳)

ج = ۱۰٫۹۵ ڈینزک شاہ بلوط کے لیے، ۸٫۷ سُرخ چیڑ کے لیے، ۶٫۹ فرانسیسی شاہ بلوط کے لیے (جب کہ سب خشک ہوں)۔

چونکہ یہ ضابطے آزمائشی ہیں اس لیے نسبت ل ÷ گ کی قیمت، تراش کی شکل اور نصب کرنے کے طور کے لحاظ سے ان کے استعمال کی حدود پر خاص طور پر توجہ کرنی چاہیئے۔ مستقل ج کی جو قیمتیں (دیکھو دفعہ ۶۰) ان سب ضابطوں کے لیے ہاج کنسن نے دی ہیں وہ شکستی بوجھ کو ٹنوں میں ظاہر کرتی ہیں۔ اور چونکہ اس کتاب میں ب پونڈوں میں ہے اس لیے ترقیم کی یکسانی کے لحاظ سے ب کو ۲۲۴۰ پر تقسیم کر دیا گیا ہے (دیکھو ترقیم دفعہ ۵۴)۔

یہ ضابطے ہاج کنسن ہی کی دی ہوئی شکل میں ہیں۔ لیکن اُس نے یہ رائے ظاہر کی ہے کہ کافی صحت کے ساتھ مقداروں $گ^{۳٫۷۶}$ اور $گ^{۳٫۵۵}$ دونوں کی بجائے $گ^{۳٫۶}$ رکھا جا سکتا ہے۔ یہ اہم ہے کیونکہ اس طرح لوہے کے تمام ضابطوں کے لیے ۳٫۶ ویں قوت کی جدول استعمال ہو سکتی ہے۔ ۳٫۶ اور ۱٫۷ ویں قوتوں کی جدولیں ضمیمے میں دی گئی ہیں۔

ہاج کنسن نے یہ رائے بھی ظاہر کی ہے کہ غیر فشار پذیر مادّے کی صورت میں مقداریں $گ^{۳٫۷۶}$ اور $گ^{۳٫۵۵}$ دونوں $گ^{۲}$ بن جائینگی اور $ل^{۱٫۷}$، $ل^{۲}$ ہو جائیگی۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ گ اور ل کی قوتوں میں ترمیم مسالے کی فشار پذیری پر منحصر ہوگی۔

۶۷۔ ان ضابطوں میں کوئی ایسا جزو نہیں جو تراش کی مختلف شکلوں کی رعایت رکھے۔ اس لیے یہ ضابطے صرف تراش کی اُس شکل کے لیے راست طور پر صحیح ہونگے جس کے لیے ج تجربے کے ذریعے معلوم کیا گیا۔ یعنی

ڈھلے اور پٹواں لوہے کے لیے .... یکساں مدور تراش

چوبینے کے لیے .... یکساں مستطیلی تراش

ذیل کے دو رشتوں کی وجہ سے، جو ڈھلے لوہے کے "بہت بڑے ستونوں" کی انتہائی مضبوطی کے لیے تجربے کے ذریعے قرار پائے ہیں، ضابطے (۱۰) تا (۱۲) تراش کی دو اور شکلوں پر قابل استعمال ہونگے۔ مربع اور مثلث مساوی الاضلاع۔

ڈھلے لوہے کے ٹھوس، ایک ہی وصف اور طول کے، اور یکساں تراش کے ستونوں کی انتہائی مضبوطیاں ذیل کی تراشی شکلوں کے لیے

حسب ذیل ہیں :-

(ا) اگر تراش کا رقبہ وہی ہو تو انتہائی مضبوطیوں کے لحاظ سے
دائرہ : مربع : مثلث مساوی الاضلاع = ۱۰ : ۹٫۳ : ۱۱ .... (۱۴)

(ب) اگر چوڑائی وہی ہو تو دائرہ : مربع = ۱ : ۱٫۶ .... (۱۵)

۶۸۔ ضابطوں (۱۰) تا (۱۳) کا استعمال —— ان ضابطوں میں وہ سارے نقائص ہیں جو آزمائشی ضابطوں میں ہوتے ہیں یعنی محدود استعمال کیونکہ صرف تراش کی چند شکلوں کے لیے صحیح ہیں جو ہر صورت کے لیے بیان کر دی جائیں۔

لوہے کے لیے جو ضابطے ہیں اُن میں دقت یہ ہے کہ یا تو تکلیف وہ مقداروں گ^۳٫۷۶ یا گ^۳٫۵۵ کے حساب سے قیمت معلوم کرنی پڑتی ہے یا اِن قیمتوں کی جدول کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس کی وجہ سے معکوس مسئلے کا جو کہ زیادہ عام ہے یعنی کھوکھلے ستون کی صورت میں گ اور گَ معلوم کرنے کا حل حاصل کرنا تقریباً ناممکن ہو جاتا ہے (اِلّا اس کے کہ تکلیف دہ تقربات حاصل کیے جائیں) اور کھوکھلا ستون "کچلاؤ بوجہ خماؤ" کی مزاحمت کی بڑی طاقت رکھنے کی وجہ سے بڑی کارآمد شکل ہے۔ اس ضابطے میں آسانی صرف ایک صورت میں ہو سکتی ہے اور وہ یہ کہ دھات کی موٹائی قطر گ کے مقابلے میں بہت کم ہو۔

اس صورت میں حل یہ ہے :-

"بہت لمبا ستون" دونوں سروں پر ثابت، ب اور ل دیے گئے ہیں۔ گ اور دھات کی موٹائی م انچوں میں مطلوب ہے۔ دیکھو دفعہ ۶۶ (۲)

ضابطے کی رُو سے $\frac{ب}{۲۲۴} = ۴۴۳۴ \frac{گ^{۳٫۵۵} - گَ^{۳٫۵۵}}{ل^{۱٫۷}}$

لیکن $گ^{۳٫۵۵} - گَ^{۳٫۵۵} = گ^{۳٫۵۵} - (گ - ۲م)^{۳٫۵۵}$

$= گ^{۳٫۵۵} - گ^{۳٫۵۵}\left(۱ - \frac{۲م}{گ}\right)^{۳٫۵۵}$

$= گ^{۳٫۵۵} - گ^{۳٫۵۵}\left(۱ - ۳٫۵۵ \times \frac{۲م}{گ}\right)$ تقریباً

$= ۷٫۱ \times م گ^{۲٫۵۵}$

($\frac{م}{گ}$ کی دوسری اور زیادہ قوتوں کو $\frac{م}{گ}$ کی چھوٹائی کی وجہ سے نظر انداز کرنے سے)

$$\therefore \frac{ب}{۲۲۴۰} = ۴۴٫۳۴ \times \frac{م^{۱٫۷} \times گ^{۲٫۵۵}}{ل^{۱٫۷}} \quad \ldots\ldots\ldots (۱۶)$$

اس سے م اور گ دونوں معلوم ہو سکتے ہیں اگر دونوں میں سے ایک یا نسبت $\frac{م}{گ}$ دی گئی ہو۔

ان ضابطوں کی دقتوں کے باوجود ان کی بہت وقعت ہے کیونکہ یہ بہت سے تجربات کا نچوڑ ہیں (دیکھو مثال ۴، ۵ دفعہ ۸۳)

۶۹۔ اقسام سوم اور چہارم — رانڈلے[1] کا ضابطہ

جو چوبینے کے سادہ ستونوں کے لیے صحیح ہے [ترقیم کے لیے دیکھو دفعہ ۵۴]۔

$$ب = ک \times ف \times س \quad \ldots\ldots\ldots (۱۷)$$

یہ ایک خالص آزمائشی ضابطہ ہے : ک ایک مقدار ہے جو نسبت ل ÷ گ کے ساتھ بدلتی ہے : رانڈلے نے نسبت ل ÷ گ کی مختلف قیمتوں کے لیے اس کی قیمت عددی نسبتوں میں دی ہے جو مربع شاہ بلوط اور فر (Fir) کے ستونوں پر کیے ہوئے تجربوں سے معلوم کی گئیں۔

نسبت ل ÷ گ	۱۲	۲۴	۳۶	۴۸	۶۰	۷۲
ک کی قیمت	$\frac{۵}{۶}$	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۳}$	$\frac{۱}{۶}$	$\frac{۱}{۱۲}$	$\frac{۱}{۲۴}$

اس ضابطے کا ایک ہی فائدہ استعمال میں اس کی آسانی ہے ۔ خاص کر جب کہ دریافت طلب مقدار ب ہو۔

[1] Rondelet

مگر بڑی قباحت یہ ہے کہ ستون کے سروں کی تنصیب کے طور کا رانڈ لے کی تصنیف میں کہیں ذکر نہیں اور نہ بعد کے مصنفوں نے اس کمی کو پورا کیا ہے۔

اس ضابطے کا گارڈن کے ضابطے سے مقابلہ کریں جیسا کہ اس کتاب کے مصنف نے کیا ہے تو یہ اغلب معلوم ہوتا ہے کہ ضابطہ دونوں ثابت سروں والے ستون کے لیے ہے۔ لیکن پھر بھی دونوں ضابطوں میں بہت کم اتحاد ہے۔

نیز جب مطلوبہ مقدار ر ہو (جو کہ عام طور پر ہوتا ہے) تو ضابطہ کامیابی سے استعمال نہیں ہو سکتا بغیر اس کے کہ پہلے سے نسبت ل ÷ گ معلوم ہو جس کے لیے گ معلوم ہونا چاہیے۔ اور گ خود مطلوبہ مقدار کا ایک جزو ہے۔ اس لیے عام طور پر ک کی مختلف قیمتیں آزمانی پڑتی ہیں۔ اس طرح کہ ایک قیمت لے کر مساوات ر = ب ÷ (ک فس) کو حل کرتے ہیں۔ اس سے گ معلوم ہوتا ہے۔ تب ل ÷ گ کی قیمت کا ک کی اُس قیمت سے مقابلہ کرتے ہیں جو پہلے استعمال کی گئی (دیکھو مثال ۳ دفعہ ۸۳)۔

غالباً انہی قباحتوں کی وجہ سے اس کا حال کی انجینیری کی چند اہم تصانیف میں ذکر نہیں کیا گیا ہے۔

۷۰ - اقسام سوم اور چہارم - گارڈن کا ضابطہ (ہر صورت کے لیے صحیح)

	دونوں سرے ثابت	ایک آزاد دوسرا ثابت	دونوں سرے آزاد
	ب رقبہ ر پر یکساں طور پر منقسم		
(۱۸)	ب = فس × ر ÷ (۱ + ج (ل/گ)^۲)	ب = فس × ر ÷ (۱ + ۱۶/۹ ج (ل/گ)^۲)	ب = فس × ر ÷ (۱ + ۴ ج (ل/گ)^۲)

فس = ۸۰۰۰۰ ڈھلے لوہے کے لیے	ج = ۳/۸۰۰ ڈھلے لوہے کے لیے
= ۳۶۰۰۰ پٹواں لوہے کے لیے	= ۱/۳۰۰۰۰ پٹواں لوہے کے لیے
= ۷۲۰۰ چوبینے کے لیے	= ۱/۲۵۰ خشک چوبینے کے لیے
	= ۱/۶۰۰ پتھر اور اینٹ کے لیے

مساواتوں (۸) اور (۹) کے سادہ رشتوں کی وجہ سے اس کی ضرورت نہیں رہتی کہ ان میں ایک سے زیادہ کو حفظ یاد کیا جائے (اور یہ خاصا اہم ہے) لیکن استعمال کی آسانی کے لیے خاص کر جب کہ ر معلوم کرنا ہو (جو کہ عام طور پر ہوتا ہے) سہولت اس میں ہوتی ہے کہ یہ سب دسترس میں رہیں تاکہ مزید عمل اور حوالے کی ضرورت نہ ہو۔

یہ ضابطہ پہلے ٹریجولڈ[1] نے نظری لحاظات کی بناء پر تجویز کیا تھا۔ اور اس کا استعمال غالباً اس وجہ سے متروک ہوگیا تھا کہ مستقل ج کو معلوم کرنے کے لیے اُس وقت تجربوں کا کافی مواد میسر نہیں تھا۔ بعد میں ھاج کنسن کے ضابطے جو اُس نے اپنے وسیع تجربوں سے اخذ کیے کچھ مدت کے لیے عام طور پر مقبول ہوئے۔ لیکن ھاج کنسن کے ضابطوں کی مسلمہ دقتوں کی وجہ سے ٹریجولڈ کا ضابطہ نئے سرے سے زندہ ہوا۔ مستقل ج کی قیمت کا مسٹر لوئس گارڈن[2] نے ھاج کنسن کے تجربات سے حساب لگایا۔ نتیجے کو "گارڈن کا ضابطہ" کہا جاتا ہے۔ اب ظاہر ہے کہ اس کا تجرباتی ثبوت اتنا ہی زبردست ہے جتنا خود ھاج کنسن کے ضابطوں کا اور اب اس کو فنِ انجینیری میں عام طور پر اختیار کیا گیا ہے۔

ضابطے کی شکل کا نظری ثبوت انصراف کے باب میں دیا جائیگا۔ یہاں یہ ضابطہ اس لیے دیا گیا ہے کہ یہ باب مکمل ہوجائے۔ اس وقت یہ دیکھ لینا کافی ہوگا کہ رقم ج $(\frac{ل}{ر})^2$ "لمبے" یا "بہت لمبے" ستون کی خمیدگی کے احتمال کی وجہ سے داخل ہوگئی ہے۔ نیز یہ کہ نسبت $\frac{ل}{ر}$ کے بڑھنے سے مضبوطی گھٹتی ہے۔

یہ جو قاعدہ گ کی قیمت کے لیے دیا گیا ہے (دیکھو ترقیم دفعہ ۵۴) اُس کم سے کم سادہ شکل (مثلث، مستطیل، مربع) کا اقل عرض ہے جو تراش آسر کے گرد کھینچی جا سکے تو یہ قاعدہ صرف تقریبی ہے۔ لیکن عام طور پر

[1] Tredgold "ڈھلے لوہے کی طاقت پر عملی مضمون وغیرہ" مصنفہ تھامس ٹریجولڈ۔ طبع چہارم ۱۸۴۲ء۔

[2] Mr. Lewis Gordon

کافی صحیح ہے۔

[اہم صورتوں میں گ کو تراش کا اقل گردشی نصف قطر اس کے مرکز جاذبہ کے گرد لینا چاہیے۔

اس مطلب کے لیے ضابطوں میں ذرا سی ترمیم ضروری ہے یعنی (ل/گ) کی بجائے ل/۱۲ لکھنا چاہیے۔ یہ ترمیم شدہ ضابطہ رینکن کی کتاب سول انجینیرنگ کے دفعات ۳۶۵ اور ۳۶۶ میں دیا گیا ہے اور اس کے ساتھ ہی ایک جدول دی گئی ہے جس میں تراش کی چودہ عام شکلوں کے اقل گردشی نصف قطر دیے گئے ہیں]

۱۷۔ گارڈن کے ضابطے کا استعمال

—— اس کے فائدے یہ ہیں :—

(۱) چونکہ یہ نظری طور پر بنا ہے اس لیے اس میں ہاج کنسن اور داندلے کے ضابطوں کا سا عدم تسلسل نہیں اور نہ یہ اپنے استعمال میں خاص خاص تراشوں تک جن پر تجربہ ہوا ہے محدود ہے۔ بلکہ اس کا استعمال بہت وسیع ہے یعنی "لمبے" اور "بہت لمبے" ستونوں کے لیے صحیح ہے (بلکہ "چھوٹے" ستونوں کے لیے بھی کیونکہ اگر نسبت ل ÷ گ چھوٹی ہو تو ضابطہ "چھوٹے ستونوں" کے ضابطے کی شکل اختیار کر لیتا ہے یعنی ب = ف × س) اور تراش کی تقریباً ہر شکل کے لیے صحیح ہے۔

(۲) ہاج کنسن کے ضابطوں کے مقابلے میں اس کا استعمال بہت آسان ہے۔ کیونکہ اس کے سرعت سے استعمال کے لیے صرف مربعوں کی ایک جدول کی ضرورت ہوتی ہے۔ خاص کر جب کہ ب یا و مطلوب ہوں۔

(۳) اس میں ایک دقت یہ ہے کہ اگر مقدار مطلوب س ہو (جو کہ بہت کارآمد مسئلہ ہے) اور س، گ کی رقوم میں معین طور پر بیان ہو سکے (جیسا کہ سادہ تراشوں مثلاً مربع، دائرہ، وغیرہ میں عام طور پر ہوتا ہے) تو گ معلوم کرنے کے لیے ایک تکلیف دہ عددی سروں (Co-efficients) کی مساوات درجہ دوم حاصل ہوتی ہے۔ مگر یہ مساوات ہمیشہ حل ہو سکتی ہے (دیکھو مثالیں ۳، ۴، ۵ دفعہ ۲) لیکن اگر س، گ کی رقوم میں معین طور پر بیان نہ ہو سکے (جو کہ

سادہ ترین کے سوا کسی تراش میں ہوتا ہے مثلاً مستطیلوں میں ایک زائد مقدار ص ن شریک ہوتی ہے، خصوصاً پٹواں لوہے کی چیزوں میں جہاں عموماً دو زائد مقداریں ص ن اور م شریک ہوتی ہیں) تو سوال غیر معین ہے (یعنی نامعلوم مقداروں ص ن، گ، یا ص ن، گ، م کی تعداد مساواتوں کی تعداد سے زیادہ ہے۔ اور ممکن ہے کہ حل حاصل کرنے کے لیے کئی آزمائشوں کی ضرورت ہو۔ مساواتوں کی تعداد سے نامعلوم مقداروں کی تعداد زیادہ ہوگی اس لیے ان مقداروں کے درمیان کوئی رشتہ مان لینا پڑیگا یا ان میں سے بعض کی قیمتیں تجربے کی مدد سے وقتی طور پر اختیار کرلینی پڑینگی۔ سب میں آسان وہ طریقہ ہے جس میں مساوات درجۂ دوم کو حل کرنے کی دقت سے بچ جائیں (اور اس کی بڑی اہمیت ہے اگر بہت سے ایسے حسابات کرنے ہوں) اس طرح کہ پہلے گ کی ایسی نسبت اختیار کریں جس پر تجربہ دلالت کرتا ہو۔ اگر اس پر بھی دو مجہول مقداریں رہ جائیں مثلاً ص ن اور م تو ان میں سے ایک کی قیمت اپنی مرضی سے اختیار کرلی جاسکتی ہے (اس کا خیال رکھتے ہوئے کہ ص ن مفروضہ کی بناء پر گ سے چھوٹا نہیں ہوسکتا)۔ مساوات حل کرنے پر دو نقائص موجود ہوسکتے ہیں:

(ا) اگر م کی قیمت اختیار کی گئی ہے تو ممکن ہے کہ ص ن، گ سے چھوٹا حاصل ہو جس کی وجہ سے ضابطہ ناقابلِ استعمال ہوگا۔

(ب) اگر ص ن کی قیمت مانی گئی ہے تو ممکن ہے کہ موٹائی م کی حاصل شدہ قیمت علی سہولت کا لحاظ کرتے بہت بڑی یا بہت چھوٹی ہو۔ ان دونوں صورتوں میں عمل پھر نئے مفروضات سے کرنا چاہیے۔ چند آزمائشوں کے بعد قابلِ اطمینان نتیجہ حاصل ہوجائیگا۔ (عملی تمثیل کے لیے دیکھو مثال ۶)۔

۷۲۔ ستون کی بہترین شکل — یہ سمجھایا جاچکا ہے کہ سارے مسالے کی "راست کچلاؤ" کی تمام طاقتِ مزاحمت کو صرف "چھوٹے ستون" کی صورت میں استعمال کرنا ممکن ہے اور یہ کہ ستون کی مضبوطی نسبت ل ÷ گ کے بڑھنے سے گھٹتی ہے۔ اس لیے مسالے کی کفایت

اور اس طرح ستون کی بہترین شکل اُس وقت حاصل ہوتی ہے جب مسالہ اس طرح ترتیب دیا جائے کہ دیے ہوئے طول ل کے لیے گ کی قیمت وہ زیادہ سے زیادہ قیمت ہو جو عملاً ممکن ہو اور یہ کہ اگر ممکن ہو تو ستون "چھوٹا ستون" ہو۔
ظاہر ہے کہ نظری طور پر ٹھوس ستون میں مسالہ بہت سا ضائع جاتا ہے۔ دفعہ ۵۴ میں عملی بوجھ کی حدّت کی جو بے خطر حدود دی گئی ہیں اُن کے حوالے سے یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ ایک انچ مربع اقل تراش والے ٹھوس ستون حسبِ ذیل یکساں طور پر منقسم عملی بوجھ اُٹھا سکتے ہیں:-

چوبینہ	و = ۱۰۰۰ پونڈ	اگر ل > نہیں ۱۰ انچ سے
ڈھلا لوہا	و = ۱۰ ٹن	اگر ل > نہیں ۵ انچ سے
پٹواں لوہا	و = ۵½ ٹن	اگر ل > نہیں ۱۰ انچ سے

یہ پہلے سمجھایا جا چکا ہے کہ ایک ہی رقبے کے مستطیلوں میں سب میں مضبوط شکل مربع کی ہے۔ نیز ذیل کی سادہ مساوی رقبوں کی ٹھوس تراشوں کی انتہائی مضبوطیاں حسبِ ذیل ہیں (دفعہ ۶۸)۔

دائرہ : مربع : مثلث مساوی الاضلاع = ۱۰ : ۹،۳ : ۱۱ ...... (۱۴)

کھوکھلی اور پیچیدہ تراشوں کی بہترین شکلوں پر ہر مسالے کے لیے علیحدہ بحث کی جائیگی کیونکہ لاگت اور ساخت کی آسانی کا بہترین شکل کے تعین میں بڑا حصّہ ہے۔ مثلاً

(۱) ٹھوس تراشیں پتھر، اینٹ اور چوبینے میں باکفایت ہوتی ہیں۔
(۲) کھوکھلی تراشیں دھاتوں میں باکفایت ہوتی ہیں (یعنی ڈھلی دھاتوں میں تراش کا احاطہ منحنی اور بلی دھاتوں میں چپٹا اور نوک دار ہونا چاہیے)۔
یہ بھی سمجھایا جا چکا ہے کہ "راست پھیلاؤ" کے مسالے کی پوری طاقت اُسی صورت میں استعمال میں آتی ہے کہ بوجھ ہر تراش کے رقبے پر یکساں منقسم ہو۔ اس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ "ستونوں" کی تراش کو یکساں بنانے سے مسالے کی کفایت عمل میں آتی ہے۔
مزید براں یہ بھی دکھایا گیا ہے کہ "لمبے" اور "بہت لمبے" ستونوں کی صورت میں

سروں کو مضبوطی سے ثابت کرنے سے مسالے کی کفایت ہوتی ہے۔

اس طرح عام طور پر مسالے کی کفایت حسبِ ذیل طریقوں سے عمل میں آتی ہے:۔

(۱) بوجھ کے نقاطِ عمل یا جوڑوں کو اس طرح ترتیب دینا کہ بوجھ یکساں طور پر تقسیم ہو۔

(۲) "ستونوں" کی تراش کو یکساں بنانا۔

(۳) "لمبے" اور "بہت لمبے" ستونوں کی صورت میں سروں کو مضبوطی سے ثابت کرنا۔

(۴) تراش کی شکل کو اس طرح ترتیب دینا کہ ممکن ہو تو ستون "چھوٹا ستون" ہو۔

۷۳۔ مسالے ـــــ مسالے جو عموماً کچلاؤ کے فساد کے تحت آتے ہیں یہ ہیں:۔

(۱) تعمیر میں ـــ پتھر، اینٹ، سیمنٹ، کنکریٹ، گچ، ڈھلا لوہا، پٹواں لوہا، چوبینہ۔

(۲) صناعی میں ـــ ڈھلی دھاتیں، پٹواں لوہا، فولاد۔

کچلاؤ کے فساد سے متعلق ان کے خواص کا خلاصہ یہ ہے:۔

۷۴۔ پتھر، اینٹ، سیمنٹ، کنکریٹ ـــــ

یہ سب کچلاؤ کے زور کی مزاحمت اچھی طرح کرتے ہیں اور دوسرے زوروں کی اچھی طرح نہیں کرتے۔ اس لیے کچلاؤ کے زور کو برداشت کرنے کے سوا شاذ و نادر ہی استعمال ہوتے ہیں۔ ان کے خواص تعمیری مسالوں کے تحت پورے طور پر بیان ہوئے ہیں۔ یہاں یہ بتا دینا بہتر ہوگا:۔

(۱) پرت دار پتھر دباؤ کی مزاحمت دوسری سمتوں کے مقابلے میں اپنی پرتوں کے علی القوائم زیادہ اچھی طرح کرتے ہیں۔ اس لیے عام طور پر ان کی پرتوں کو یا کھدان تہوں کو دباؤ کے خط کے علی القوائم یعنی عام طور پر اُفقی رکھنا چاہیے۔

جدول میں فس کی جو قیمتیں دی گئی ہیں وہ اسی سمت کے لیے ہیں۔

(۲) ایک قسم کے پتھروں میں، بھاری پتھر عموماً زیادہ مضبوط ہوتا ہے۔

(۳) سب سے مضبوط پتھر باصلط، اصلی چونا پتھر، اور سلیٹ ہیں۔ ریتیلے پتھر اپنی سالماتی ساخت کے مطابق مختلف مضبوطیوں کے ہوتے ہیں۔

(۴) صرف سخت ترین پتھر اور بعض ریتیلے پتھر کچلاؤ میں دفعۃً جواب دے دیتے ہیں۔

دوسرے پتھر اور نیز اینٹیں کچل دینے والے بوجھ کے آدھے پر اور بعض زیادہ پر تڑقنے لگتے ہیں اور پھوٹ جاتے ہیں۔ پتھر عموماً جز کی وجہ سے مغلوب ہو جاتا ہے۔ [دیکھو قسم دوم " ناکارگی کا طور " دفعہ ۵۹ (ب)]

(۵) پتھر کی مضبوطی پر تجربے عموماً مکعبوں پر کیے گئے ہیں (یعنی " بہت چھوٹے ستونوں " پر)۔ اس طرح فس کی جدول میں دی ہوئی قیمتیں ذرا زیادہ ہیں۔ تجربات " چھوٹے ستونوں " پر ہونے چاہییں۔ اہم تعمیروں میں بہترین تدبیر یہ ہے کہ کتابوں پر بھروسہ نہ کیا جائے بلکہ منتخب کیے ہوئے پتھر کے لیے " چھوٹے ستون " پر راست تجربہ کر کے فس کی قیمت حاصل کی جائے۔

(۶) اگر ایک ستون افقی ردّوں کا بنا ہوا ہو جن میں سے ہر ایک ایک ثابت واحد پتھر کا ہو جو اچھی طرح تراشا ہوا اور جما ہوا ہو تو ستون کے کچلاؤ کی مزاحمت کچھ زیادہ گھٹ نہیں جاتی لیکن انتصابی جوڑوں سے مزاحمت ضرور گھٹ جاتی ہے۔

(۷) کاٹنے کے صرفہ کی وجہ سے صرف ٹھوس تراشوں میں کفایت ہوتی ہے؛ ان مسالوں کی حقیقی کچلاؤ کی طاقت شاذ ہی بروئے کار آتی ہے۔ فنِ تعمیر اور کفایت ہی کا لحاظ اِن مسالوں کے " ستونوں " کی تجویزوں میں رہتا ہے۔

۷۵۔ ڈھلا لوہا

(۱) " راست کچلاؤ " میں اس کی مزاحمت بہت زیادہ ہے اور اس کی

قلمی ساخت کی وجہ سے تنشی مضبوطی کی تقریباً ۶ گُنی ہے : (یعنی ف = ۶ ف)
اِس طرح "راست کچلاؤ" کے زور کی مزاحمت کے لیے یہ موزوں ہے یعنی چھوٹے "ستون" کے طور پر استعمال کرنے کے لیے ۔ (مقابلہ کرو دفعہ ۵۹ سے)۔

(۲) لیکن خماؤ میں اس کی مزاحمت کم ہے کیونکہ اس کی لچک کا مقیاس (ع) مقابلتاً کم ہے ۔ اس طرح یہ "لمبے" یا "بہت لمبے" ستون کے طور پر استعمال ہونے کے لیے موزوں نہیں۔

(۳) دوبارہ پگھلانے سے اس کی مضبوطی زیادہ ہو جاتی ہے۔ مثلاً ۱۸ بار پگھلانے سے (مسٹر فیربیرن[1] نے معلوم کیا ہے کہ) مضبوطی دُگنی ہوجاتی ہے۔

(۴) سخت سردی اس کو پھوٹک بنا دیتی ہے: تپش کی تیز تیز تبدیلیوں کی وجہ سے بعض وقت یہ پھوٹ جاتا ہے۔

(۵) پتلی ڈھلوانیں "راست کچلاؤ" کی مزاحمت فی اِکائی رقبہ موٹی ڈھلوانوں کے مقابلے میں زیادہ کرتی ہیں۔

(۶) پتلی ڈھلوانوں کی صورت میں سطح، قلب کی نسبت زیادہ مضبوط ہوتی ہے ۔ موٹی ڈھلوانوں کی صورت میں مضبوطی کچھ زیادہ مختلف نہیں ہوتی۔

(۷) کھوکھلے ستونوں کی موٹائی میں ذرا سے نامساوی پن سے مضبوطی میں کچھ بہت نقصان نہیں ہوتا۔

(۸) ڈھلے لوہے کے ستونوں کی "بہترین شکل" کھوکھلے مدوّر اُستوانے کی معلوم ہوتی ہے ۔ موٹائی قطر کے $\frac{1}{12}$ سے شاذ و نادر ہی کم بنائی جاتی ہے یعنی م چھوٹا نہیں ہوتا $\frac{1}{12}$ گ سے ۔

(۹) ڈھلے لوہے کے آڑے اور ناپائیدار "ستون" کمزور ہوتے ہیں: ٹھوس تراش کی بہترین شکل کے لیے دیکھو مساوات (۱۴) ۔

۷۶ ۔ پٹواں لوہا

(۱) اس کا تنشی استحکام بہت زیادہ ہے اور "راست کچلاؤ" کی مزاحمت کا تقریباً

[1] Mr. Fairbairn

$\frac{1}{2}$ ۱ گُنا ہے۔ یعنی ف = تقریباً $\frac{3}{2}$ ف۔ "راست کچلاؤ" کی مزاحمت کے لیے موزوں ہے۔ یعنی "چھوٹے ستون" کے طور پر استعمال کرنے کے لیے۔

(۲) تنشی استحکام اور "راست کچلاؤ" کی مزاحمت دونوں زیادہ ہونے کی وجہ سے خماؤ کی مزاحمت اچھی طرح کرتا ہے اور "لمبے" یا "بہت لمبے" ستونوں کے طور پر استعمال کے لیے موزوں ہے۔

(۳) "لمبے" مربع تراش کے نلیا ستون (جو مساوی زاویئی پٹیوں کو ریوٹاگی ہوئی چار لوہے کی تختیوں پر مشتمل ہوتے ہیں) ایک شکستی بوجھ

۲۷۰۰۰ پونڈ یا ۱۲ ٹن لوہے کے فی مربع انچ اگر بوجھ ایک ہو
۳۶۰۰۰ " یا ۱۶ " بازو بہ بازو رکھے ہوئے ہوں

کے تحت کچلاؤ کی وجہ سے نہیں بلکہ "خم کھانے" کی وجہ سے ناکارہ ہو جاتے ہیں جب کہ ل > نہیں ۱۵گ تا ۲۰گ اور م < نہیں $\frac{گ}{۳۰}$۔

اگر تراش مدوّر ہو تو "لمبے" نلیا ستون "خم کھانے" کی وجہ سے ۳۶۰۰۰ پونڈ لوہے کے فی مربع انچ (تراش) کے بوجھ کے تحت ناکارہ ہو جاتے ہیں۔

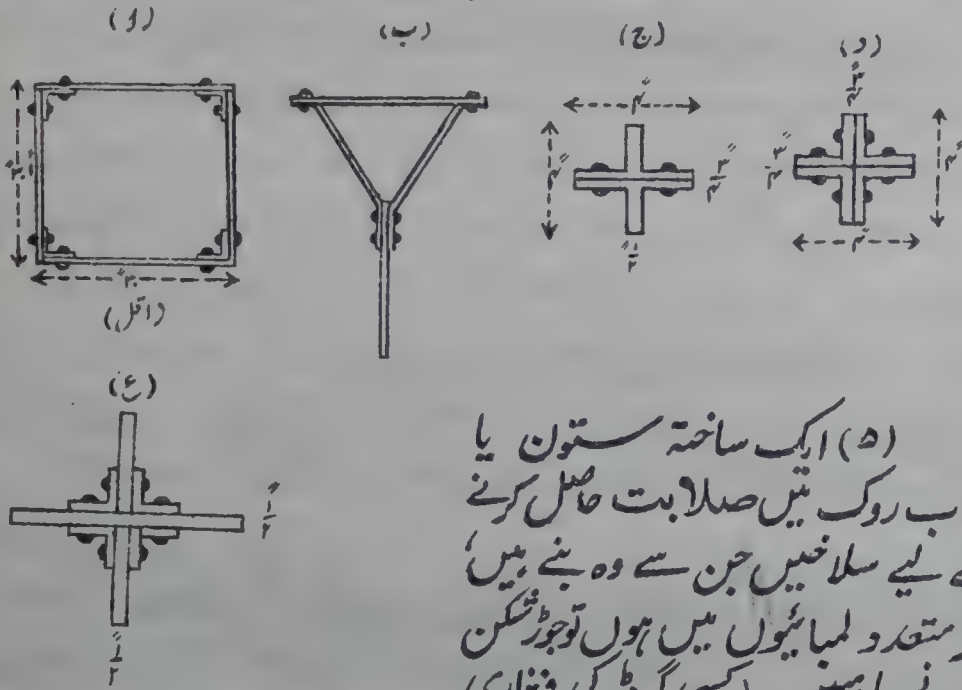
"خم کھانے" کی مزاحمت نسبت $\frac{م}{گ}$ کے ساتھ بڑھتی ہے لیکن کوئی ضابطہ نہیں دیا گیا۔

(۴) "لمبے ستون" کی صَلِب ترین شکل "خانہ" یعنی "ساختہ نل" کی ہے جو استوانی، مستطیلی یا مثلثی ہو سکتا ہے۔

چھوٹی مستطیلی نلیاں بنانے میں عملی دقتیں ہیں۔ ذیل کی شکلوں میں (شکل ۵ (ا)) ایک مستطیلی خانہ اور ۵ (ب) میں ایک مثلثی خانہ دکھائے گئے ہیں جو گرڈر کی فشاری کور کے لیے موزوں ہیں (دیکھو قاطع فساد کا باب)۔ چھوٹے خانوں یعنی چھوٹے رقبے کے خانوں میں عملی دقت یہ ہوتی ہے کہ پہلے اُن کی اندرونی سطح کو ٹھیک طور پر روغن کرنا تا کہ تعریہ سے اُن کی حفاظت ہو سکے اور بعد میں معائنے کے لیے اُن کے اندرون تک رسائی ناممکن ہو جاتی ہے۔

خانہ کم از کم اتنا بڑا ہونا چاہیے کہ ایک بچّہ اندر کام کرنے کے لیے جا سکے یعنی کم از کم ۳۰ اِنچ چوڑا اور اونچا۔

تراش کی ایک بڑی آسان شکل سینٹ اینڈریوز کی ساختہ صلیب کی ہے۔ یہ دو ٹی پٹیوں سے یا چار زاویئی پٹیوں سے جن کی پیٹھ سے پیٹھ ریوٹائی گئی ہو یا (تین یا زیادہ) چپٹی تختیوں سے جو چار زاویئی پٹیوں سے ملائی گئی ہوں، بن سکتی ہے (دیکھو شکل ۸ (ج)، (د)، (ع))۔

شکل ۸

(۵) ایک ساختہ ستون یا داب روک میں صلابت حاصل کرنے کے لیے سلاخیں جن سے وہ بنے ہیں، اگر متعدد لمبائیوں میں ہوں تو جوڑ شکن ہونے چاہییں۔ (کسی گرڈر کی فشاری کور ایسی صورت کی اچھی مثال ہے)۔

مسلسل لمبائیوں کا ایک دوسرے سے الصاق ہموار ہونا چاہیے اور طول کے علی القوائم۔ یہ بات حاصل کرنے کے لیے ہر سلاخ کے سرے صاف اور ستوی ہونے چاہییں۔ اس کا انتظام دو متوازی مدوّر آروں سے ہو سکتا ہے جو ایک مشترک محور پر ہوں اور سلاخ کی مطلوبہ لمبائی کے مساوی فاصلے پر ترتیب دیے گئے ہوں۔ اگر ایک سلاخ آروں کے محور کے متوازی رکھ دی جائے اور اس کو ان پر حرکت دی جائے تو اُس کے دونوں

سرے اُس کے طول کے علی القوائم متوازی ستونوں میں کٹ جاتے ہیں۔
(۶) چونکہ یہ مشکل ہے کہ اکہری زاویئی پٹیوں اور اکہری ٹی پٹیوں
کو کسی طرح جوڑا جائے سوائے اس کے کہ زاویئی پٹیوں کو ایک
بازو سے ریٹایا جائے اور ٹی پٹیوں کو سروں سے اور ایسا کرنے سے زور کا
حاصل صریحاً ستون کے محور سے ممکنہ طور پر زیادہ فاصلے پر رہتا ہے اور اس
طرح خماؤ کی ممکنہ زیادہ مقدار پیدا کرتا ہے اس لیے اکہری زاویئی پٹیاں اور
اکہری ٹی پٹیاں "ستونوں" کے طور پر استعمال کے لیے بالکل موزوں نہیں
خاص کر "لمبے" اور "بہت لمبے" ستونوں کے طور پر۔ کرملین[1] کے کارخانے
میں جو تجربے کیے گئے ہیں اُن سے ظاہر ہوتا ہے کہ صرف ایک کور
سے ریٹانے سے ذیل کے بعض بیلے لوہوں میں مضبوطی کی کمی بہت
زیادہ ہے جیسا کہ ذیل کی جدول سے معلوم ہوگا:۔

شکل	جسامت	شکستی بوجھ ٹنوں میں		کیفیت
		بوجھ تراش کے اوپر یکساں	بوجھ ایک کور کے اوپر لگایا ہوا	
زاویئی پٹیاں	۳" × ۳" × ۵/۱۶"	۱۸ ۳/۴	۱۲ ۱/۲	طول نہیں دیے گئے
ٹی۔پٹیاں	۳" × ۳" × ۳/۸"	۲۱ ۱/۸	۱۸ ۳/۴	
نالی پٹی	۳" × ۱ ۳/۴" × ۳/۸"	۱۷٫۱	۱۴٫۱	
صلیبی پٹی	۳" × ۲ ۱/۲" × ۳/۸"	۱۷٫۱	۱۵٫۶	

یہ نظر آئیگا کہ مضبوطی کی کمی، زاویئی پٹیوں کی صورت میں سب سے
زیادہ ہے۔ جیسی کہ توقع ہوسکتی تھی۔
اگرچہ اس طرح ریٹائی ہوئی زاویئی پٹیاں مادّے کی کفایت کے لحاظ سے

[1] Crumlin

نقصان رساں ہیں لیکن یہ اکثر ممکن ہے کہ زاویئی پٹیاں متقابلۃً ارزاں ہونے کی وجہ سے اور صرف ایک بازو کو پٹانا آسان اور اس طرح ارزاں ہونے کی وجہ سے ارزاں ترین تدبیر یہی ہو۔ جب کبھی اس کی ارزانی کا خیال کر کے اس کے استعمال کو مناسب سمجھا جائے یہ ضروری ہے کہ دھات کا مطلوبہ رقبہ تجویز کرنے میں اس کی مضبوطی کی کمی کا خیال رہے۔

بدقسمتی سے کوئی ضابطہ، صحیح یا تقریبی، اس مطلب کا موجود نہیں۔ صحیح ضابطہ اغلب ہے کہ ضابطہ (۴) سے پیچیدہ تر ہو (جس میں بوجھ کے خماؤ کے عمل کو داخل کیا گیا ہے) کیونکہ زاویئی پٹی پر منصوبے کے موافق زور لگانے سے خماؤ اور مروڑ دونوں کا عمل ہوتا ہے۔

تاہم بوجھ لگانے کے اس بے حد خراب طریقے سے یعنی صرف ایک کور کو رپٹانے سے اُس صورت میں بھی بچ سکتے ہیں جب کہ زاویئی پٹیاں اور تی پٹیاں "ستونوں" کے طور پر استعمال ہوں۔ بچنے کا یہ طریقہ ہوگا کہ دو دو پٹیاں ایک ساتھ استعمال کی جائیں اور جس سلاخ سے ان پٹیوں پر کچلاؤ کے بوجھ کو منتقل کرنا ہو اس کے دونوں طرف ایک ایک پٹی رکھی جائے اور ان کا باہمی فاصلہ "بھرن ٹکڑوں" کے ذریعے ان کے سارے طول میں یہی رہے۔ اگرچہ اس انتظام سے یہ نہیں کہا جاسکتا کہ بوجھ یکساں طور پر منقسم ہوگا۔ لیکن حاصل زور اس مرکب داب روک کی شکل کے محور کے زیادہ قریب آجاتا ہے اور اس طرح مرکب داب روک پر خماؤ اور مروڑ کے عمل تقریباً غائب ہوجاتے ہیں۔ اس انتظام کی مثالیں لوہے کی چھتوں کے رباط میں دی جائینگی (دیکھو مثال ۸ باب ۵)۔

۷۷ - چوبینہ ——— سالماتی ساخت میں اختلاف کی وجہ سے مضبوطی مختلف سمتوں میں مختلف ہوتی ہے۔

(۱) مضبوطی ریشوں کی سمت میں بہت زیادہ ہوتی ہے۔ اس لیے ممکن ہو تو جب کبھی چوبینے پر کچلاؤ کا فساد عمل کرے زور ریشوں کے متوازی رکھا جائے۔

(۲) کچلاؤ کی مزاحمت بڑی حد تک ریشوں کی عرضی چپک پر منحصر ہے۔ چوبینے میں رطوبت سے یہ عرضی چپک گھٹ جاتی ہے۔ اور کچلاؤ کی مضبوطی گھٹ کر خشک چوبینے کی تقریباً آدھی رہ جاتی ہے۔

(۳) خشک چوبینے کی کچلاؤ کی مضبوطی اُس کے تنشی استحکام کے $\frac{1}{2}$ سے $\frac{2}{3}$ تک ہوتی ہے یعنی ف~س~ = $\frac{1}{2}$ ف~ت~ تا $\frac{2}{3}$ ف~ت~

(۴) ف~س~ کی جو قیمت دی جائے اُسے خشک چوبینے کے ریشوں کے متوازی کچلاؤ کی مضبوطی سمجھنا چاہیے اِلّا اس کے کہ اُس کے خلاف صراحت کی گئی ہو۔

(۵) ریشے سے ترچھا کچلاؤ ایک قسم کے جنریا پھسلنے کی وجہ سے ہوتا ہے۔ بوجھ اس طرح ڈال کر چوبینے پر جو تجربے کیے گئے ہیں اُن سے معلوم ہوتا ہے کہ بوجھ ڈالنے کا یہ طریقہ کچھ اتنا مفید نہیں۔ کوئی خاص قانون نہیں دریافت ہوا۔

(۶) لکڑی کو کاٹنے کے اخراجات کی وجہ سے چوبینے کے لیے عمل میں ٹھوس تراش ہی ایک کفایت کی تراش ہے (دیکھو دفعہ ۷۲)۔

۷۸۔ چوبینے کے لٹھوں کی مضبوطی —— لٹھوں پر دباؤ عموماً اُن کے طول کی سمت میں ہوتا ہے اس طرح لٹھے "ستون" ہیں اور ان کی مضبوطی کا تخمینہ اسی باب کے اصولوں کے ذریعے کیا جائیگا۔ صرف ذیل کی ترمیم ضروری ہے۔

(۱) لٹھے جو مستحکم زمین تک گاڑے جائیں۔ گڑے ہوئے اور باہر نکلے ہوئے حصوں پر علیحدہ علیحدہ غور کرنا ہوگا۔

(ا) گڑا ہوا حصہ۔ جس زمین میں یہ گڑا ہوا ہے اُس سے اس کو اتنا عرضی سہارا ملتا ہے کہ اس میں خماؤ کا احتمال نہیں اور اس کی مضبوطی کا "چھوٹے ستون" کے انداز پر تخمینہ ہو سکتا ہے (گڑا ہوا طول کچھ ہی ہو)۔

(ب) نکلا ہوا حصہ —— اس حصہ کو ایک ثابت سرے کا ستون تصور کرنا چاہیے۔

عملی بوجھ ـــــ سلامتی کی قدر ۵ لی جا سکتی ہے۔ لیکن مرطوب چوبینے کی مضبوطی = خشک چوبینے کی $\frac{1}{2}$ ۔ اس لیے
عملی بوجھ کی حدت اُن لٹھوں کے لیے جو استوار زمین تک گاڑے جائیں اور سارے کے سارے یا تقریباً سارے گڑے ہوئے ہوں۔

$= \frac{1}{2}$ فس ÷ س = ف س ÷ ۱۰ = ۱۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ اوسطاً۔

(۲) نرم زمین میں رگڑ کی وجہ سے کھڑے ہوئے لٹھے۔
یہ ممکن نہیں کہ اِن لٹھوں کی "راست کچلاؤ" کی طاقتِ مزاحمت کا پورا استعمال کیا جائے۔ ان کا بے خطر عملی بوجھ زیادہ تر زمین کی مزاحمت پر منحصر ہوتا ہے نہ کہ اُن کی اپنی مضبوطی پر۔

عملی بوجھ کی حدت } (رانڈنے کے قاعدہ سے[1]) = ۲۲۰ تا ۴۹۸ پونڈ فی مربع انچ
عملی مثالوں سے } (رینکین کے قاعدہ سے[2]) = ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ

صورتوں (۱) اور (۲) دونوں میں یہ مناسب سمجھا جاتا ہے کہ لٹھے کی اقل چوڑائی طول کے $\frac{1}{20}$ سے کم نہ ہو تاکہ گاڑتے وقت فوّ ج کی ضرب سے خم نہ پیدا ہو۔

(۳) لٹھا گاڑنے کے نظریہ کے لیے دیکھو باب ۴ دفعہ ۱۰۵۔

۷۹۔ عمادی دباؤ کے تحت نلوں کا کچلاؤ اور ناکارگی۔

(۱) پتلے اُستوانے ـــــ اگر ایک پتلا کھوکھلا اُستوانہ یا نل باہر کی جانب سے عماداً دبایا جائے تو وہ جس دباؤ کے تحت ناکارہ ہو کر جواب دیتا ہے اُس کا قانون مدّور تراشوں کے لیے حسب[3] ذیل ہے:۔

ناکارگی کی انتہائی مزاحمت کی حدت (ق) ∝ م$^{2.19}$ ÷ ل گ یا
= ف م$^{2.19}$ ÷ ل گ = ف م^{2} ÷ ل گ تقریباً ...... (۱۹)

یہاں ل = نل کا طول یعنی اُس کا طول استحکامی بندوں کے درمیان۔

---

[1] مارن (Morin) کی "Resistance des Matériaux" صفحہ ۷۱۔
[2] رینکن کی مینول آف سول انجینیرنگ۔ اڈیشن ۶۔ دفعہ ۴۰۲۔
[3] فیر بیرن کی "انجینیروں کے لیے مفید اطلاعیں" سلسلۂ دوم۔ صفحہ ۱۶۳۔

الصاقی جوڑ والی تختی کی دو دراہوں کے لیے ف = ۹۶،۲۰۰۰ پونڈ

ناقصی تراش کے لیے (محاور ۲ ا، ۲ ب) اوپر کے ضابطے میں گ کی جگہ، اُس مقام کے نصف قطر انحنا کا دوگنا مندرج کرنا چاہیے جہاں نل سب مقامات سے زیادہ کمزور ہے (یعنی انحنا میں سب سے زیادہ چپٹا ہے) یعنی گ کی جگہ ۲ ا/ب لکھنا چاہیے۔

نوٹ — یہ قاعدے تجربے سے اخذ کیے گئے ہیں اور صرف تقریبی ہیں۔

(۲) موٹے اُستوانے — اگر ایک موٹا کھوکھلا استوانہ باہر کی جانب سے عاداً دبایا جائے (مثلاً سیالی دباؤ سے) تو اُس میں ایک محیطی دباؤ پیدا ہوتا ہے جس کی اعظم حدّت اندرونی سطح پر ہوتی ہے۔

فرض کرو کہ س، ر اُستوانے کے (جو مدوّر فرض کیا گیا ہے) بیرونی اور اندرونی نصف قطر ہیں (انچوں میں)۔

قَ = حدت (پونڈ فی مربع انچ میں) باہر کے عادی دباؤ کی جو اُستوانے کو کچل دیگی۔

= دباؤ کی انتہائی عادی حدّت۔

قُ = حدّت (پونڈ فی مربع انچ میں) اندر کے عادی دباؤ کی

تب[1]

(فـ + قَ - ۲ قُ) × س² = (فـ - قَ) ر² .... (۲۰)

نلی کو تجویز کرتے وقت، اس کو اتنا مضبوط بنانا چاہیے کہ اگر اندرونی دباؤ کی وجہ سے بیرونی دباؤ کا اثر کم نہ ہو تو بھی بیرونی دباؤ کی مزاحمت کر سکے۔ اس لیے قُ = ۰ لیتے ہوئے یہ لازم آتا ہے کہ

$$\left.\begin{aligned} \frac{ر}{س} &= \sqrt{1 - \frac{۲ قَ}{فـ}} \\ \text{اور}\quad \frac{ر}{س} &= \sqrt{1 - \frac{۲ قَ \div س}{فـ \div س}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (۲۱)$$

[1] رینکن کی "اطلاقی میکانیات" دفعہ ۲۸۷۔

ان مساواتوں سے ایسے موٹے نل کے اندرونی اور بیرونی نصف قطروں کی نسبت $\frac{ر}{ر}$ معلوم ہوتی ہے جو حدّت ق کے بیرونی عمادی دباؤ کے تحت اندرونی سطح پر عین جواب دے یا بے خطر طور پر عملی عمادی دباؤ کی حدّت ق ÷ س برداشت کرلے۔ یہ مساواتیں موٹے اُستوانوں کے لیے قابلِ اطمینان نتائج دیتی ہیں۔

یہ پانی کے نلوں پر استعمال ہوسکتے ہیں جو پانی کے نیچے یا زمین میں گہرے ڈالے گئے ہوں۔

۸۰- خود ستون کا وزن —— خود ستون کا وزن،

جب کہ وہ مجموعی کُل بوجھ کا جزو ہو (اور یہ ہمیشہ ہوگا جب کہ ستون اُفقی نہ ہو) مجموعی بوجھ میں شامل کیا جانا چاہیے خواہ یہ شکستی ہو یا ثابت یا عملی لیکن عملاً اِلّا اس کے کہ ستون بہت لمبا ہو ستون کا ذاتی وزن (خاص کر چوبینے اور لوہے کی صورت میں) مجموعی وزن کی اتنی چھوٹی کسر ہوگی کہ نظرانداز ہوسکتی ہے۔

معمولی صورتوں میں صرف ایک صورت ہے جس میں (عملاً) خود ستون کے وزن کا لحاظ رکھنا پڑتا ہے اور وہ چُنائی کی اونچی تعمیریں ہیں خاص کر مینار اور پائے۔

۸۱- "یکساں مضبوطی" کا ستون — صرف راست

فشار ہو (یعنی خماؤ کا احتمال نہ ہو) تو یکساں مضبوطی کا ستون دفعہ ۴۸ میں بیان کیے ہوئے اُصولوں کے مطابق تجویز ہونا چاہیے (یعنی ف کو ف سے میں بدلتے ہوئے) لیکن عملی انجینیری میں "یکساں مضبوطی" کے ستون تجویز کرنے کی بہت کم ضرورت ہوتی ہے۔ پروفیسر رینکن نے حال میں رائے ظاہر کی ہے کہ یہ مناسب ہے کہ بہت اونچے چنائی کے کھمبے اس طرح تجویز کیے جائیں کہ یکساں مضبوطی کے ہوں۔ لیکن چونکہ

یہ کٹے سخت عرضی فساد کے زیرِ عمل آتے ہیں اس لیے ان کی بحث کو ملتوی رکھا گیا ہے۔

پچکاؤ کے مسائل کا عملی حل

۸۲ - عملاً جو مسائل پیش آتے ہیں دو قسم کے ہوتے ہیں:-

(۱) **راست** — ر، ل، گ، فن، س دیئے ہوئے مطلوب ب اور و

(۲) **بالواسطہ** — ب یا و، فن، س، ل۔ مطلوب ر اور گ

راست مسئلہ — ر، ل، گ، فن، س دیے ہوئے ب اور و معلوم کرنا۔

اس مسئلہ کا حل مقابلۃً آسان ہے۔

(اول) نسبت ل ÷ گ کی قیمت پر غور کرو جس سے ستون کی قسم کا تعین ہوگا - یعنی "بہت چھوٹا"، "چھوٹا"، "لمبا" یا "بہت لمبا" (دیکھو دفعہ ۵۳)۔

(دوم) اگر قسم سوم یا چہارم ہو تو سروں کی تثبیت کی حالت پر غور کرو جس کا مضبوطی پر اہم اثر ہوتا ہے (دیکھو دفعہ ۶۱)۔
یہ امر اختیاری ہے کہ کونسا ضابطہ (ھاج کِنسن کا یا رانڈلٹ کا یا گارڈان کا) اختیار کیا جائے (دفعہ ۶۰)۔

(سوم) بوجھ کی تقسیم پر غور کرو کیونکہ نامساوی تقسیم مضبوطی پر اہم اثر رکھتی ہے (دیکھو دفعات ۱۵ اور ۵۷ (ب))۔

ان اصولوں کا استعمال اتنا آسان ہے کہ کسی عددی مثال کی ضرورت نہیں معلوم ہوتی۔

بالواسطہ مسئلہ — ب یا و، ل، فن، س اور تراش کی شکل دی ہوئی ہے۔ ر اور گ معلوم کرنا - یہ بہت کارآمد مسئلہ ہے لیکن اس کے ساتھ ہی بہت مشکل بھی ہے۔ مشکل یہ ہے کہ

نسبت ل ÷ گ جس سے ستون کی قسم کا تعین ہوتا ہے پہلے سے معلوم نہیں ہے۔
(۱) ممکن ہو تو سر کو گ کی رقوم میں بیان کرو: یہ تراش کی سادہ شکلوں میں اکثر ممکن ہوتا ہے جیسے لکڑی کی اشیاء میں اور بعض وقت لوہے کی اشیاء میں - بوجھ کی تقسیم پر غور کرو۔ "چھوٹے ستونوں" کا ضابطہ (۲) یا (۴) استعمال کرو بمطابق اس کے کہ بوجھ یکساں یا ناساوی طور پر منقسم ہے۔ اس طرح گ کی جو قیمت حاصل ہو اس سے اگر نسبت ل ÷ گ ان حدود کے اندر رہے جو "چھوٹے ستونوں" کے لیے ہے تو انتخاب صحیح ہے ورنہ نہیں۔
(۲) اگر اوپر کی آزمائش سے یہ معلوم ہوتا ہو کہ ستون قسم سوم یا چہارم کا ہوگا تو سروں کی تنصیب پر غور کرو۔ اب تین ضابطوں (ھاج کنسن، رانکن اور گاڈن) میں سے ایک کا انتخاب کرنا ہے۔
(ا) رانکن کا ضابطہ سب سے زیادہ آسانی سے لگایا جاسکتا ہے (صرف چوبینے کی سادہ تراشوں پر لگ سکتا ہے) لیکن چونکہ ک کی قیمت قیاس سے اختیار کرنی پڑیگی اس لیے صحیح نتیجہ حاصل ہونے تک ممکن ہے کہ اس کو کئی بار لگانا پڑے۔ (دیکھو دفعہ ۶۹ اور مثال ۳)۔
(ب) ھاج کنسن کا ضابطہ یکساں مستطیلی، مدوّر یا مثلثی تراش کے ٹھوس ستونوں کے لیے خاصا موزوں ہے (دیکھو اس کے استعمال کے متعلق اشارے، دفعات ۶۳ اور ۶۸ اور مثالیں ۴، ۵)۔
(ج) گاڈن کا ضابطہ ہر تراش کے لیے صحیح ہے۔ اس طرح پٹواں لوہے کے کام میں، جس میں مسالے کی کفایت کے لیے پیچیدہ تراشیں استعمال کی جاتی ہیں، یہ بہت کار آمد ہوتا ہے۔ (دیکھو اس کے استعمال پر اشارے دفعہ ۷۱)۔

۸۲ - یہاں چھ مثالیں دی جاتی ہیں جو اس باب کے ضابطوں کے استعمال کو واضح کرینگی۔

مثال (۱) عملی بوجھ و = ۱۲۰۰۰ پونڈ = $\frac{۵}{۱۴}$ ۵ ٹن

یکساں طور پر منقسم ــ ٹھوس "چھوٹے ستون" کی اقل چوڑائی (گ) معلوم کرو نیز ذیل کی صورتوں کے لیے چھوٹے ستون کی لمبائی کی حد معلوم کرو:۔
(۱) مربع ساگوانی ستون (۲) گول ڈھلے لوہے کا ستون (۳) گول پٹواں لوہے کا ستون

حل:ــ ر = ب ÷ فر = س و ÷ فر

یا　ر = و/۲۲۴۰ ÷ نر

(۱) مربع ساگوانی ستون ــ فر = ۱۲۰۰۰، س = ۱۰، گ² = ر

∴ گ = √ر = √(س و ÷ فر) = √(۱۰ × ۱۲۰۰۰ ÷ ۱۲۰۰۰)

= √۱۰ = ۳½ انچ

نیز ستون کے "چھوٹے" ہونے کے لیے لمبائی کی حد ہوگی

ل > نہیں ۱۰ گ۔ یعنی > نہیں ۳۲½ انچ۔

(۲) گول ڈھلے لوہے کا ستون ــ

فر = ۱۱۲۰۰۰، س = ۵، نر = ۱۰، π/۴ گ² = ر

∴ گ = √(۴/π ر) = √(۴/π س و ÷ فر) = √(۴/π × ۵ × ۱۲۰۰۰ ÷ ۱۱۲۰۰۰)

= √(۱۵/۷π) = ۰٫۸۳ انچ

∴ اس طرح گ = √(۴/π ر) = √(۴/π · و/۲۲۴۰ ÷ نر) = √(۴/π × ۷۵/۱۴ ÷ ۱۰)

= √(۱۵/۷π) = ۰٫۸۳ انچ

نیز ستون کے "چھوٹے" ہونے کے لیے لمبائی کی حد ہے

ل > نہیں ۵ گ یعنی > نہیں ۴٫۲ انچ

(۳) گول پٹواں لوہے کا ستون:ــ

فر = ۴۰۰۰۰، س = ۴، نر = ۵½، π/۴ گ² = ر

∴ گ = √(۴/π ر) = √(۴/π س و ÷ فر) = √(۴/π · ۱۲۰۰۰ × ۴/۴۰۰۰۰)

= √(۲۴/۵π) = ۱¼ انچ

یا اس طرح، گ = √(۴/۱۱ س) = √(۴/۱۱ · و/۲۲۴۰ ÷ فر) = √(۴/۱۱ × ۵/۱۴ ÷ ۵،۵)

= √(۱/۱۱) √(۳/۲) = ۱ ۱/۸ انچ

نیز ستون کے "چھوٹے" ہونے کے لیے لمبائی کی حد ہے۔

ل > نہیں ۱۰گ یعنی > نہیں ۱۲ انچ

نوٹ - اب ظاہر ہو گیا ہوگا کہ آسانی کے لیے قدر فر ÷ س کا یا فر کا استعمال کرنا چاہیے بمطابق اس کے کہ و پونڈوں میں یا ٹنوں میں ہے۔

مثال (۲)۔ عملی بوجھ و = ۱۲۰۰۰ پونڈ = ۵/۱۴ ۵ ٹن اس طرح منقسم کہ اس کا حاصل اقل تراش کی شکل کے مرکز سے اقل چوڑائی کے ۱/۶ کے بقدر اسی اقل چوڑائی کے خط پر ہٹا ہوا ہے (یعنی لا = گ ÷ ۶) مطلوبہ "چھوٹے ستون" کی اقل چوڑائی گ اور ستون کے "چھوٹے" ہونے کے لیے لمبائی کی حد ذیل کی صورتوں کے لیے معلوم کرو:-

(۱) مربع ساگوانی ستون (۲) گول ڈھلے لوہے کا ستون (۳) گول پٹواں لوہے کا ستون۔

حل:-

س = ب × (۱ + لا ح/جہ) ÷ فر = س و × (۱ + لا ح/جہ) ÷ فر

نیز مربع ستونوں میں لا ح/جہ = ۶/گ اور گ۲ = س
اور گول ستونوں میں لا ح/جہ = ۸/گ اور π/۴ گ۲ = س
} دفعہ ۷۵ (ب)۔

(۱) مربع ساگوانی ستون — فر = ۱۲۰۰۰، س = ۱۰

∴ گ = √(س و (۱ + گ/۶ × ۶/گ) ÷ فر) = √(۲ س و ÷ فر)

= √۲۰ = ۴ ۱/۲ انچ

نیز ستون کے "چھوٹے" ہونے کے لیے لمبائی کی حد ہے—

ل > نہیں ۱۰گ یعنی > نہیں ۴۵ انچ

(۲) گول ڈھلے لوہے کا ستون۔ فر = ۱۱۲۰۰۰، س = ۵

∴ گ = √(۴۸/π س و (۱ + گ/۹ × ۸/گ) ÷ فر) = √(۷/۴ × ۴۸/π س و ÷ فر)

= √(۵/π) = ۱ ۱/۴ انچ

نیز "چھوٹے" ہونے کے لیے ستون کی لمبائی کی حد ہے۔

ل > نہیں ۵گ یعنی > نہیں ۶ ۱/۲ اِنچ۔

(۳) گول پٹواں لوہے کا ستون۔ فر = ۴۰۰۰۰، س = ۴

∴ گ = √(۴۸/π س و (۱ + گ/۹ × ۸/گ) ÷ فر) = √(۷/۴ × ۴۸/π س و ÷ فر)

= √(۸ × ۷ / π ۵) = ۱٫۸۹ انچ

نیز "چھوٹے" ہونے کے لیے ستون کی لمبائی کی حد ہے

ل > نہیں ۱۰گ یعنی > نہیں ۱۹ انچ۔

نوٹ۔ بوجھ کی نامساوی تقسیم کا اثر ستون کی مضبوطی کو کم کرنے اور اس طرح اسی عملی بوجھ کے لیے بڑا تراشی رقبہ (س) طلب کرنے کے بارے میں، مثال ۱ اور ۲ کا مقابلہ کرنے سے ظاہر ہوگا۔

اوپر دیے ہوئے حل صرف "چھوٹے ستونوں" کے لیے یعنی جب ل ÷ گ مذکورہ حدود سے تجاوز نہیں کرتا اسی وقت صحیح ہیں۔

ذیل کی مثالوں سے ان ضابطوں کو "لمبے" اور "بہت لمبے" ستونوں پر استعمال کرنے کی دقت واضح ہوگی۔

مثال (۴)۔ عملی بوجھ و = ۱۲۰۰۰ پونڈ = ۵ ۵/۱۴ ٹن یکساں طور پر منقسم ــــ طول ل = ۱۶ فٹ کے ایک ٹھوس مربع ساگوانی ستون کی جس کے دونوں سرے ثابت ہوں اقل چوڑائی گ معلوم کرو۔

حل :ــ یہ معلوم ہوگا (فی الواقع آزمائش کے ذریعے سے، دیکھو مثال ۱) کہ یہ ستون "چھوٹا ستون" نہیں اس لیے "لمبے" اور "بہت لمبے" ستونوں کا ضابطہ

استعمال کرنا چاہیے ۔ نوٹ ۔ چونکہ ھاج کنسن کے ضابطے کے مستقل ج کا ھندوستانی چوبینے کے لیے تعین نہیں کیا گیا ہے اِس لیے اُس کا ضابطہ استعمال نہیں کیا جا سکتا۔

فن = ۱۲۰۰۰ ، س = ۱۰

رانکن کے ضابطے سے ۔ ر = ب ÷ (ک × فن) = س و ÷ (ک × فن)

اور گ۲ = ر

نسبت ل ÷ گ جس پر ک منحصر ہے پہلے سے معلوم نہیں اس لیے ک کی قیمت قیاس سے لینی چاہیے ۔ "چھوٹے" ستون کے لیے لمبائی کی حد تقریباً ۳۳ اِنچ ہے (دیکھو مثال ۱) ۔ ظاہر ہے کہ موجودہ صورت میں نسبت ل ÷ گ بہت بڑی ہے ۔

فرض کرو ک = ۱/۲ آزمائشی طور پر

تب گ = √ر = √(س و ÷ (ک فن)) = √(۱۲۰۰۰ × ۱۰ ÷ (۱۲۰۰۰ × ۱/۲))

= √۳۰ = ۵ ۱/۲ اِنچ

اس لیے ل ÷ گ = ۱۲ ل ÷ گ = ۱۹۲ ÷ ۵٫۵ = ۳۵ : اس کے مماثل ک کی قیمت ۱/۲ ہے (دیکھو جدول) جو ہماری مفروضہ قیمت ہے اس لیے حل صحیح ہے ۔ لیکن ممکن تھا کہ یہ مطابقت بہت سی آزمائشوں کے بغیر حاصل نہ ہوتی۔

گارڈن کے ضابطے سے :۔

س و = ب = فن × ر ÷ {۱ + ج (ل/گ)۲}

ج = ۱/۲۵۰ ، ر = گ۲

∴ ۱۰ × ۱۲۰۰۰ × {۱ + ۱/۲۵۰ × (۱۶ × ۱۲)۲/گ۲} = ۱۲۰۰۰ گ۲

یا گ۴ ۔ ۱۰ گ۲ = ۱۹۲۲ ÷ ۲۵ = ۱۴۷٫۴۵۶ جس سے گ = ۶٫۶۶ اِنچ

نوٹ ۔ اس صورت میں جو مساوات درجہ دوم آئی ہے وہ اُن مساواتوں سے جو عام طور پر واقع ہونگی حل کرنے کے لیے آسان ہے نتیجہ رانکن کے ضابطے سے حاصل شدہ نتیجے سے مختلف ہے ۔ اس کی وجہ

غالباً رانڈ لے کے ضابطے کا " سروں کی تنصیب " کے بارے میں مبہم ہوتا ہے (جس کا دفعہ ۶۹ میں ذکر کیا گیا ہے - گارڈن کا ضابطہ اپنی صحت کی وجہ سے قابلِ ترجیح ہے

مثال (۴) - عملی بوجھ و = ۱۲۰۰۰ پونڈ = $\frac{۵}{۱۴}$ ۵ ٹن -
یکساں طور پر منقسم — دونوں سروں پر ثابت
طول ل = ۱۶ فٹ کے ٹھوس گول ڈھلے لوہے کے ستون کی اقل چوڑائی (گ) معلوم کرو -

حل :- یہ معلوم ہوگا (فی الواقع آزمائش کے ذریعے سے، دیکھو مثال ۱) کہ یہ ستون " چھوٹا ستون " نہیں اس لیے " بہت لمبے ستونوں " کا ضابطہ آزمانا چاہیے -

ف = ۱۱۲۰۰۰، س = ۵

ھاج کِنسن کے " بہت لمبے ستونوں " کے لیے ضابطے سے - (مساوات ۱۰) (دفعہ ۶۶)

گ^۳٫۵۵ = ب/۲۲۴۰ × ل^۱٫۷/۴۴٫۱۶ = س و/۲۲۴۰ × ل^۱٫۷/۴۴٫۱۶ = ۵ × ۷۵/۱۴ × ۱۶^۱٫۷/۴۴٫۱۶ = ۳۷۵ × ۱۶^۱٫۷/۶۱۸٫۲۴

∴ گ = $\frac{۱}{۴}$۲ انچ - اور چونکہ ل ÷ گ = ۱۲ ل ÷ گ > ۳۰

اس لیے ستون " بہت لمبا ستون " ہے اور حل صحیح ہے -

گارڈن کے ضابطے سے :

س و = ب = ف س ÷ {۱ + ج (ل/گ)^۲} ، ج = ۳/۸۰۰ ، س = π/۴ گ^۲

∴ ۵ × ۱۲۰۰۰ × {۱ + ۳/۸۰۰ · (۱۲ × ۱۶)^۲/گ^۲} = ۱۱۲۰۰۰ × π/۴ گ^۲

۱۵ {گ^۲ + ۱۳۸٫۲۴} = ۲۲ گ^۴ جس سے گ^۴ - ۱۵/۲۲ گ^۲ = ۱۵/۲۲ × ۱۳۸٫۲۴

یا گ^۲ = ۱۵/۴۴ √۸۱۲ جس سے گ = $\frac{۱}{۱۰}$۳ انچ

مثال ۵ — عملی بوجھ و = ۱۲۰۰۰ پونڈ = $\frac{۵}{۱۴}$ ۵ ٹن یکساں طور پر منقسم - دونوں آزاد سروں کے طول ل = ۱۶ فٹ کے ٹھوس مربع بٹواں لوہے کے ستون کی اقل چوڑائی (گ) معلوم کرو -

حل :— یہ معلوم ہوگا (فی الواقع آزمائش سے، دیکھو مثال ۱) کہ ستون " چھوٹا ستون " نہیں اس لیے " بہت لمبے ستونوں " کا ضابطہ آزمانا چاہیے -

ف = ۴۰۰۰۰ ، س = ۴

ہاجکنسن کے "بہت لمبے ستونوں" کے ضابطے سے (مساوات (۱۲)، دفعہ ۶۶)

$$\text{گ}^{۳٫۶} = \frac{\text{ب}}{۲۲۴۰} \times \frac{\text{ل}}{۴۲٫۸}$$ گول ستونوں کے لیے۔

لیکن ایک ہی عرض (گ) کے مدوّر اور مربع ستونوں کی مضبوطیاں (ب) نسبت ۱ : ۱٫۶ میں ہوتی ہیں (مساوات ۱۵)۔

$$\therefore \text{گ}^{۳٫۶} = \frac{۱}{۱٫۶} \times \frac{\text{ب}}{۲۲۴۰} = \frac{\text{ل}^{۲}}{۴۲٫۸}$$ مربع ستونوں کے لیے۔

$$= \frac{۱}{۱٫۶} \times \frac{\text{س و}}{۲۲۴۰} \times \frac{\text{ل}^{۲}}{۴۲٫۸} = \frac{۷۵ \times ۴}{۱۴ \times ۱٫۶} \times \frac{۱۶^{۲}}{۴۲٫۸} = ۸۰$$

جس سے گ = $۳\frac{۱}{۵}$ انچ۔ اور چونکہ ل ÷ گ = ۱۲ ل ÷ گ = ۶۰
اس لیے ستون "بہت لمبا ستون" ہے اور اس طرح حل صحیح ہے۔

گارڈن کے ضابطے سے:۔

$$\text{س و} = \text{ب} = \text{ف ر} \div \left\{۱ + ۴\text{ج}\left(\frac{\text{ل}}{\text{گ}}\right)^{۲}\right\} \quad \text{ج} = \frac{۱}{۳۰۰۰}،\ \text{ر} = \text{گ}^{۲}$$

$$\therefore ۴ \times ۱۲۰۰۰ \left\{۱ + \frac{۴}{۳۰۰۰} \times \frac{(۱۶ \times ۱۲)^{۲}}{\text{گ}^{۲}}\right\} = ۴۰۰۰۰\ \text{گ}^{۲}$$

$$\text{یا}\quad ۵\text{گ}^{۴} - ۶\text{گ}^{۲} = ۲۹۴٫۹۱۲$$

جس سے گ² = ۰٫۶ ± $\sqrt{۵۹٫۳۴۲۴}$ ۔ اس لیے گ = ۲٫۸۸ انچ یا ۳ انچ مان لو۔

مثال ۶ — عملی بوجھ (و) = ۱۲۰۰ پونڈ = $\frac{۱۵}{۲۸}$ ٹن یکساں طور پر منقسم۔ دونوں سروں پر ثابت اور طول ل = ۱۶ فٹ کی زاویئی پٹی کی جسامت معلوم کرو جو بطور ستون کے استعمال کی جائے۔

حل :۔ چونکہ تین مقداریں دریافت طلب ہیں یعنی دونوں بازوؤں کے طول اور اُن کی موٹائی (م)، اس لیے (ستون کسی قسم کا ہو) ہر صورت میں مسئلہ غیر معین ہے الّا اس کے کہ دو رشتے ان کے درمیان قایم کر دیے جائیں۔ (دیکھو دفعہ ۱۷)۔
مان لو (۱) کہ زاویئی پٹی کے بازو مساوی ہیں اور ہر ایک کا طول = ب۔
اور (۲) کہ موٹائی (م) اتنی کم ہے (جیسا کہ عملاً ہوتا ہے) کہ م² نظر انداز کی جا سکتی ہے۔
اس لیے ر = ۲ب م، اور گ = ب ÷ $\sqrt{۲}$ تقریباً (کیونکہ گ احاطہ کرنے والے

مثلث کی اقل چوڑائی ہے)۔ نیز ب کے لیے ایک آزمائشی قیمت (مثلاً ب = ۲ انچ) فرض کرو۔

تب ر = ۲ ب م = ۴ م، اور گ = ب ÷ √۲ = √۲

نیز ل ÷ گ = ۱۲ ل ÷ گ > ۱۰۰ اس لیے ستون "بہت لمبا ستون" ہے۔ ھاج کِنسن کا ضابطہ استعمال نہیں کیا جا سکتا کیونکہ اس میں کوئی ایسا جُزو نہیں جو زاویئی پٹّی کی تراش کے لیے موزوں ہو سکے۔ صرف گارڈن کا ضابطہ استعمال ہو سکتا ہے۔ بجائے م کے ب کو آزمائشی قیمت دینے سے (دیکھو دفعہ ۱۷) مقصود یہ ہے کہ گ آزمائشی طور پر معین ہو جائے اور حل کرنے کے لیے مساوات جو گ میں درجۂ دوم کی ہوتی اب م میں صرف درجۂ اول کی رہ جائے اور اس طرح حساب کرنے میں آسانی ہو۔

گارڈن کے ضابطے سے:—

س و = ب = ف ÷ ر {۱ + ج (ل/گ)^۲} ج = ۱/۳۰۰۰، گ^۲ = ۲

∴ ۴ × ۱۲۰۰۰ × {۱ + ۱/۳۰۰۰ × (۱۶ × ۱۲)^۲/۲} = ۴۰۰۰۰ × ۴ م

∴ م = ۳/۱۰۰ × {۱ + ۳۶۸۶۴/۶۰۰۰} = ۲۱۴، انچ یا ۱/۴ انچ سمجھو۔

نوٹ۔ چونکہ حاصل شدہ جسامت یعنی ″۲ × ″۲ × ″۱/۴ زاویئی پٹّی کی عام جسامت ہے اس لیے حل کارآمد ہے۔ لیکن ممکن تھا کہ یہ حل بہت سی آزمائشوں کے بغیر حاصل نہ ہوتا (دیکھو دفعہ ۱۷) مثلاً ممکن تھا کہ م اتنا بڑا یا اتنا چھوٹا حاصل ہوتا کہ عملاً حل بے کار رہتا۔ ایسی صورت میں ب کے لیے ایک نئی آزمائشی قیمت فرض کر کے ضابطے کو دوبارہ استعمال کرنا چاہیے۔

اصطلاح "آزمائشی قیمت" اب سمجھ میں آ گئی ہو گی۔ اس کا مطلب ایسی قیمت ہے جس کا قایم رہنا یا نہ رہنا حل کے عملی طور پر قابلِ اطمینان ہونے یا نہ ہونے پر موقوف ہے۔

نوٹ۔ گارڈن کے ضابطے کے استعمال کی مزید مثالیں ٹی پٹیوں اور دوہری زاویئی پٹیوں والے کے لیے مثال ۸ باب ۵ کے اخیر میں ملینگی۔

نیز عام طور پر م معلوم کرنے کے لیے ایک کعبی مساوات حاصل ہوگی جس کو ذیل کے طریق پر آسانی سے حل کر سکتے ہیں۔ آزمائش سے (یعنی کعبی میں م کے بجائے مندرج کر کے) م کی ایسی دو قیمتیں $م_۱$، $م_۲$ معلوم کرو کہ اگر م ایک قیمت سے دوسری قیمت اختیار کرے تو جملہ اپنی علامت بدلے۔ تب ظاہر ہے کہ مساوات کی ایک اصل م = $م_۱$ اور م = $م_۲$ کے درمیان ہے۔

مثال کے طور پر وہ مساوات لو جو دفعہ ۲۴۲ میں م کے لیے حاصل ہوئی ہے۔

$$ف (م) = ۳۸۴ م^۳ - ۵ م^۲ - ۴۸ = ۰$$

م = ۰ رکھنے سے ف (۰) = - ۴۸

م = ۱ سے ف (۱) = + ۳۳۱

اس لیے مساوات کی ایک اصل صفر اور ایک کے درمیان ہے۔

م = $\frac{۱}{۲}$ سے ف ($\frac{۱}{۲}$) = - ۱٫۲۵

اس لیے م $\frac{۱}{۲}$ اور ۱ کے درمیان واقع ہے۔ وعلیٰ ہٰذا القیاس۔

باب دوم اور سوم کا ضمیمہ

تناؤ اور پچکاؤ

۴۸۔ یہ مناسب معلوم ہوتا ہے کہ ان بابوں کے ختم پر جن میں تناؤ اور پچکاؤ سے علٰحدہ علٰحدہ تفصیل کے ساتھ بحث کی گئی ہے ان دونوں کا مقابلہ کیا جائے۔ باب دوم اور سوم کے نتائج کا خلاصہ یہ ہے:۔

(۱) بوجھ، فساد، مزاحمت اور زور (است عمل کرتے ہیں۔ یعنی باہم تماس رکھنے والے ذرات کی سطحوں پر جو ایک دوسرے کے متوازی ہوتی ہیں عماد ہوتے ہیں۔

(۲) تناؤ کی حالت قایم تعادل کی ہے۔ پچکاؤ کی حالت غیر قایم تعادل کی۔

(۳) تناؤ کی مزاحمت مقابلۃً سادہ اور کچلاؤ کی مزاحمت مقابلۃً پیچیدہ واقعہ ہے۔

(۴) یکساں طور پر منقسم بوجھ یا زور کی مزاحمت کے کلیات دونوں صورتوں میں ایک ہی جبری ضابطے میں بیان ہو سکتے ہیں یعنی۔

ب = فَ × ر
یا
ب = فَ × ر .... (۲)

بشرطیکہ کچلاؤ کے تحت کی شے "چھوٹا ستون" کہی جا سکے (بموجب تعریف باب ۳ دفعہ ۵۷)

(۵) دونوں صورتوں میں زیرِ فساد مسالے میں سے سارے مسالے کی مزاحمت کی ساری طاقت کا استعمال نہیں ہوتا جب تک کہ بوجھ یا زور یکساں طور پر منقسم نہ ہو۔

نتیجۂ صریح — ممکن ہو تو شئے کو اس طرح ترتیب دینا چاہیے کہ بوجھ یا زور تراش کے رقبے پر تقریباً یکساں طور پر منقسم ہو۔

(۶) کچلاؤ کے فساد کے تحت کی اُس شئے میں جو "لمبے ستون" کی شکل میں ہو خمیدگی کی وجہ سے مزید فساد کا احتمال ہوتا ہے اور "لمبے ستونوں" کی مضبوطی نسبت ل : گ (یعنی طول اور تراش کی اقل چوڑائی کی نسبت) کے بڑھنے سے تیزی کے ساتھ گھٹتی ہے۔

(۷) بوجھ یا زور کی نامساوی تقسیم کچلاؤ کے تحت آنے والی شے میں بے حد مضر ہے۔

(۸) ریشے دار اور متمدد اشیاء تنتشی فساد کی مزاحمت کے لیے بہت موزوں ہیں (مثلاً پٹواں لوہا، بیلی اور محدودہ دھاتیں، تار کی رسی اور چوبینہ)۔

قلمی، نیم قلمی اور بے ریشہ اشیاء "راست" کچلاؤ کے فساد کی مزاحمت کے لیے موزوں ہیں۔ (مثلاً — ڈھلا لوہا، پتھر، اینٹ) "چھوٹے ستونوں" کی شکل میں۔

پٹواں لوہا اُس صورت کے لیے بہت موزوں ہے جہاں کچلاؤ اور خماؤ دونوں کی مزاحمت کرنی ہو جیسے "لمبے ستونوں" میں ہوتی ہے۔

(۹) چوبینہ کچلاؤ کے مقابلے میں کھنچاؤ کی مزاحمت زیادہ اچھی طرح کرتا ہے۔ اور دونوں کی مزاحمت اپنے ریشوں کے متوازی اُن کے علی القوائم کے مقابلے میں بہت زیادہ اچھی طرح کرتا ہے۔ اس کی مضبوطی (خصوصاً کچلاؤ کی مضبوطی) رطوبت کی وجہ سے بہت گھٹ جاتی ہے۔

۸۵۔ ڈھلے لوہے اور پٹواں لوہے کا مجموعہ —

چونکہ ڈھلا لوہا "چھوٹے ستونوں" میں "راست" کچلاؤ کے فساد کی پٹواں لوہے کے مقابلے میں بہت زیادہ اچھی طرح مزاحمت کرتا ہے اور چونکہ پٹواں لوہا تنشی فساد کی مزاحمت ڈھلے لوہے سے بہت زیادہ اچھی طرح کرتا ہے جیسا کہ دونوں کے مستقلوں کی قیمتوں کے مقابلے سے واضح ہوگا (دفعات ۳۱ اور ۵۴)

ڈھلا لوہا　نت = ۱½ ٹن ، نک = ۱۰ ٹن }
پٹواں لوہا　نت = ۶ ٹن ، نک = ۵ء۵ ٹن } فی مربع انچ

اس لیے یہ سمجھا جا سکتا ہے کہ ایسی تعمیر میں جس کے بعض حصے تناؤ اور بعض حصے کچلاؤ کے تحت ہوں ڈھلے اور پٹواں لوہے کا مجموعہ استعمال کرنے سے بہت کفایت ہوگی۔ یعنی "راست" کچلاؤ کے زوروں کی مزاحمت کے لیے ڈھلا لوہا اور تنشی زوروں کے لیے پٹواں لوہا۔

اس طرح کا مجموعہ اکثر آزمایا گیا ہے لیکن اس وجہ سے بہت ناقص ثابت ہوا ہے کہ ڈھلے لوہے کا سکڑاؤ پٹواں لوہے کے ہمزاد تطول سے بہت زیادہ ہوتا ہے جیسا کہ اُن کے لچک کے مقیاسوں کا مقابلہ کرنے سے نظر آئیگا (دیکھو باب ۴)۔

ڈھلا لوہا　ع = ۱۷ ملین پونڈ
پٹواں لوہا　ع = ۲۹ ملین پونڈ

اس طرح ڈھلے لوہے کے حصے اپنی بڑی مغلوبیت کی وجہ سے بوجھ کے نامناسب حصے کو پٹواں لوہے پر پڑنے دیتے ہیں جس کی وجہ سے عام طور پر پٹواں لوہا بہت قبل اس کے کہ ڈھلے لوہے کی پوری طاقتِ مزاحمت کام میں آئی ہو اپنی لچک کی حد سے باہر تک فساد میں آجاتا ہے (دیکھو دفعات ۸۸ اور ۸۹)۔ مسٹر فیربیرن کے تجربات کے ذریعے یہ اچھی طرح ثابت ہو چکا ہے[1]۔

---

[1] فیربیرن کی کتاب "ڈھلے اور پٹواں لوہے کا استعمال تعمیری کاموں میں"۔ ۱۸۶۴ء۔

بابِ چہارم

صلابت، لچک، مستقل فساد

۸۶۔ صلابت یا اُستواری —— صلابت یا اُستواری ٹھوس اجسام کی وہ خاصیت ہے جس کی وجہ سے وہ فساد (یا شکل کی تبدیلی) کی، جیسے بوجھ کا عمل پیدا کرنا چاہتا ہے، مزاحمت کرتے ہیں۔ اس کا ناپ وہ نسبت ہے جو زور کی حدّت کو پیداشدہ فساد کی حدّت سے ہو۔

ملائمت ٹھوس اجسام کی فساد سے مغلوب ہوجانے کی خاصیت ہے۔ اس طرح یہ صلابت کی ضد ہے۔ اور صلابت کے مقیاس یا ناپ کے متکافی سے ناپی جاسکتی ہے۔

اس طرح صلابت کا مقیاس = زور کی حدّت ÷ فساد کی حدّت ..... (۱)

ملائمت کا مقیاس = فساد کی حدّت ÷ زور کی حدّت ..... (۲)

یہ قابلِ لحاظ بات ہے کہ اکثر تعمیری مسالوں میں اس نسبت کی قیمت ثابت زور کی حدود کے اندر تقریباً مستقل ہوتی ہے۔

قدرت میں کوئی اجسام کامل اُستوار یعنی بوجھ کو فساد یا شکل کی تبدیلی کے بغیر برداشت کرنے کے قابل نہیں۔ لیکن بہت سے تعمیری مسالے چھوٹے بوجھوں کے تحت تقریباً اُستوار ہوتے ہیں یعنی اُن کی مغلوبیت غیر محسوس

ہوتی ہے مثلاً سخت پتھر اور سخت اینٹ۔
کوئی ٹھوس جسم قدرت میں کامل ملایم نہیں۔ اکثر مایع جانبی ملائمت میں تقریباً کامل ہوتے ہیں۔ اور اکثر گیسیں نقطۂ اماعت سے قریب نہ ہوں تو تقریباً کامل ملائم ہوتی ہیں۔

۸۷۔ لچک —— زور کے (جو فساد یا شکل کی تبدیلی پیدا کر رہا ہے) موقوف ہونے پر شکل کی باز یافت کی خاصیت کا نام لچک ہے۔

زور یا فسادی قوت کے موقوف ہو جانے پر جو فساد یا شکل کی تبدیلی مستقل طور پر باقی رہ جاتے ہیں اُن کو "**مستقل فساد**" کہا جاتا ہے۔

لچک "کامل" یا "غیر کامل" کہی جاتی ہے۔ مطابق اس کے کہ زور کے موقوف ہونے پر شکل کی باز یافت کامل ہے یا غیر کامل یعنی کوئی مستقل فساد نہیں رہ جاتا یا رہ جاتا ہے۔

کوئی ٹھوس جسم بالکل "کامل" لچک نہیں رکھتا۔ یعنی بوجھ کتنا تھوڑا کیوں نہ ہو ایک خفیف سا مستقل فساد پیدا ہو ہی جاتا ہے۔

[اس کی تحقیق مسٹر ہاج کنسن اور پروفیسر ولیم ٹامسن کے تجربات سے ہو چکی ہے۔ اس کو "بقائے توانائی" کے اصول سے بھی اخذ کیا جا سکتا ہے (دفعہ ۲۵) جس کی رُو سے چونکہ کسی شئے کو فساد کی حالت میں لانے میں بوجھ جو "کام" کرتا ہے اس کا کچھ حصہ حرارت میں تبدیل ہو کر اشعاع اور ایصال کے ذریعے ضائع ہو جاتا ہے اس لیے جسم کے اندر منتقل کی ہوئی توانائی کا ایک حصہ عام طور پر "ضائع" ہو جاتا ہے اور اس طرح بوجھ ہٹا لینے پر شے کی باقی (یعنی بالقوہ) توانائی اتنی نہیں ہوتی کہ اس کو کامل طور پر اپنی شکل پر واپس لائے]۔

تاہم اکثر ٹھوس اجسام کی (جن میں تعمیری مسالے شامل ہیں) لچک ثابت زور کی حدود کے اندر تقریباً کامل ہوتی ہے اور اس زور کی حدود کے اندر جو پہلے لگایا جا چکا ہے اور اپنا مستقل فساد پیدا کر چکا ہے "عملاً کامل" ہوتی

ہے۔(تجربے کا) یہ نتیجہ انجینیری میں بہت اہم ہے اور طالب علم کو اس پر غور کے ساتھ توجہ کرنی چاہیے۔

۸۸- لچک کی حد ـــــ فساد یا زور کی وہ حد جس کے اندر لچک "تقریباً کامل" ہو "لچک کی حد" کہلاتی ہے۔ یہ حد بہت اہم ہے کیونکہ تجربے سے معلوم ہوتا ہے کہ اس حد سے باہر مادّے کی فساد اور زور کی مزاحمت بے قاعدہ ہوتی ہے اور اس کا حساب لگانا آسان نہیں ہوتا۔ اور اس حد سے زیادہ زور اور فساد سے مادّے کی مضبوطی کو دائمی نقصان پہنچتا ہے۔

۸۹- عملی زور یا فساد ـــــ ان وجوہ سے انجینیری میں یہ مسلمہ اُصول ہے کہ ثابت زور اور فساد لچک کی حد سے زیادہ نہ ہو اور یہ بدرجۂ اولیٰ ضروری ہے کہ "عملی زور اور فساد اس حد کے اندر رہے"۔

۹۰- لچک کی قدریں ـــــ گرین (Green) نے ثابت کیا ہے کہ ایک لچکدار غیر متجانس ٹھوس شئے کسی طرح سے فساد کے تحت ہو تو اس کی لچک کی ۲۱ غیر تابع قدریں ہیں۔ اگر شئے کامل طور پر متجانس ہو تو یہ قدریں صرف ۲ رہ جاتی ہیں جو یہ ہیں:ـــ

(۱) راست لچک کی قدر ـــ یعنی راست طولی زور (تناؤ اور پچکاؤ) کی مزاحمت کی قدر۔

(۲) قاطع لچک کی قدر ـــ یعنی مماسی زور (جز یا مسخ) کی مزاحمت کی قدر۔

تعمیری مسالے اگرچہ "متساوی السموت" نہیں ہوتے لیکن عملاً تقریباً اتنے متجانس ہوتے ہیں کہ ان کے لیے صرف ان دو قدروں پر لحاظ کیا جائے۔ ان قدروں میں بھی پہلی انجینیری میں زیادہ اہم ہے۔

۹۱- ہوک¹ کا قانون اور لچک کا مقیاس ـــــ کسی قسم کی لچک کا مقیاس (یا ناپ) لچک کی حد کے اندر یعنی جب کہ

¹ Hooke

لچک تقریباً کامل ہو اُس قسم کی صلابت کا ناپ ہے (مساوات (۱) دفعہ ۸۶)۔
تجربہ سے یہ معلوم ہوا ہے کہ اِس حد کے اندر یہ مقدار تعمیری مسالوں کے لیے تقریباً مستقل ہے۔ اس کو حرف ع سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ اس طرح

"لچک کا مقیاس" = "زور کی حدت" ÷ "فساد کی حدت"

= ع .... (۳)

نوٹ۔ ع ہر مادے کے لیے ہر قسم کے زور کے لیے ایک علحدہ مستقل مقدار ہے مثلاً کھنچاؤ، کچلاؤ، قاطع زور، جزی زور، وغیرہ۔

نتیجہ (۳) کو اس طرح بیان کیا جا سکتا ہے "زور ∝ فساد" یا زور (لچک کی حد کے اندر) فساد کے متناسب ہوتا ہے"۔ یہ "ہوک کا لچک کا کلیہ" کہلاتا ہے۔

نوٹ۔ یہ خاص طور پر معلوم ہونا چاہیے کہ یہ کلیہ تعمیری مسالوں کے لیے تقریباً صحیح، صرف "لچک کی حد" کے اندر ہے یعنی یہ صرف بطور ایک "پہلے تقرب" کے صحیح ہے۔ تاہم یہ بات قابلِ لحاظ ہے کہ اکثر مسالوں کے لیے ہر قسم کے بوجھ کے واسطے (راست یا قاطع) یہ اچھا تقرب ہے فساد یا زور کی اُس حد تک جس پر ان مسالوں کو دائمی نقصان پہنچ جاتا ہے (دفعہ ۸۸)۔

اس کلیہ "زور ∝ فساد" کی سادگی اطلاقی میکانیات میں بہت اہم اثر رکھتی ہے:۔ بلکہ اطلاقی میکانیات کی زمانۂ حال کی بحث یعنی انجینیری کے حسابات (خاص کر اعلیٰ شاخوں میں) تمام تر اسی کلیہ[1] پر مبنی ہیں۔ طالب علم کو یہ اچھی طرح یاد رکھنا چاہیے۔

۹۲- ترقیم —— اس کتاب میں کسی خاص قسم کا لچک کا مقیاس حرف ع سے تعبیر کیا جائیگا اور اس کے ساتھ ایک لاحقہ ہوگا جس سے زور کی قسم ظاہر ہوگی۔ اس طرح

$ع_{ت}$ = راست تنشی لچک کا مقیاس

---

[1] ڈھلا لوہا اس کلیہ سے عجیب طور پر مستثنیٰ ہے۔

ع = راست بچپکاؤ کی لچک کا مقیاس
ع = الصرافی لچک کی قدر قاطع بوجھ کے تحت
ع = قاطع (مماسی یعنی جزی) لچک کا مقیاس
ب = ایک دی ہوئی قسم کے زور کی حدت (پونڈ فی مربع انچ میں)
ل = فساد سے پہلے ایک شے کا طول (انچوں میں)
لہ = طولی فساد یعنی زور کے تحت ل کا تقصر یا تطول
مہ = مسخ کا ناپ یعنی جزی فساد کی حدّت (دفعہ ۱۸)
= مسخ شدہ منشور کے (جو فساد سے پہلے مربع ہو) زاویہ کا مماس التمام
سہ = مستقل فساد جو حدّت ب کے طولی زور سے پیدا ہو۔

۹۳- تناؤ اور بچپکاؤ کی لچک (ع_ت اور ع_ر) —

چونکہ تناؤ اور بچپکاؤ دونوں کا عمل "راست" ہے یعنی (دیکھو باب ۲ اور ۳) بیرونی قوتوں (یا بوجھوں) کے متوازی فساد پیدا کرتے ہیں۔ اس لیے ہوک کے کلیۂ مساوات (۳) کا دونوں کے لیے جبری جملہ ایک ہی ہے۔

اس طرح چونکہ لہ مجموعی فساد یعنی طول ل کی تبدیلی ہے۔

اس لیے "فساد کی حدت" = لہ ÷ ل دونوں صورتوں میں یعنی تقصر ہو یا تطول .....(۴)

اس لیے مساوات (۳) سے $\frac{\text{زور کی حدت}}{\text{فساد کی حدت}} = \frac{\text{ب}}{\text{لہ} \div \text{ل}}$

= مادے کے لیے ایک مستقل = "لچک کا مقیاس" ....(۵)

∴ $\frac{\text{ب}}{\text{لہ} \div \text{ل}}$ یا $\frac{\text{ب}}{\text{لہ}} \times$ ل = ع_ت یا ع_ر (جیسی کہ صورت ہو)

یعنی بمطابق اس کے کہ زور تناؤ یا بچپکاؤ کا ہے بشرطیکہ لچک کی حد کے اندر رہو۔

۹۴- مساوات (۵) سے ع_ت اور ع_ر کی یہ طبیعی تعبیر حاصل ہوتی ہے کہ

ع_ت یا ع_ر = ب اگر لہ = ل .... (۶)

یعنی راست طولی لچک کا (تناؤ کی ہو یا پچکاؤ کی) مقیاس یعنی ع یا ع زور کی وہ حدت ب ہے یا راست زور کے تحت کے رقبہ پر پونڈ کی تعداد فی مربع انچ ہے (دیکھو دفعہ ۱۸) جو مجموعی فساد لہ (تطول یا تقصر) شے کے اصلی طول ل کے مساوی پیدا کرے (اس خیالی مفروضے کے تحت کہ زور لچک کی حد سے تجاوز نہ کر جائے)۔

اگرچہ کسی تعمیری مسالے میں فساد لہ = ل لچک کی حد سے (جس سے آگے ھوک کا کلیہ کام نہیں دیتا) تجاوز کیے بغیر نہیں پیدا ہو سکتا اور اس طرح ع اور ع کی یہاں دی ہوئی طبیعی تعبیر تعمیری مسالوں کی صورت میں بالکل خیالی ہے تاہم یہ تعبیر کار آمد ہے کیونکہ اور کچھ نہیں تو اس طرح ان قدروں کا ایک طبیعی تخیل ہاتھ آتا ہے۔

یہ معلوم ہوگا کہ مقداروں ع اور ع کی نوعیت وہی ہے جو ب کی ہے یعنی یہ فی الواقع وزن نہیں بلکہ وزن کی حدت (یعنی پونڈ فی مربع انچ)۔

۹۵۔ تعمیری مسالوں میں ع اور ع کی قیمتیں تقریباً مساوی ہیں۔ یہ ایک قابلِ لحاظ بات ہے اور انجینیری میں اس کے نتائج اہم ہیں کہ بہت سے تعمیری مسالے لچک کی حد کے اندر کے زوروں کے لیے اتنے متساوی السموت ہوتے ہیں کہ لہ کی قیمتیں یعنی ایک ہی حدت ب کے تناؤ کے یا پچکاؤ کے زور کے تحت طول ل کا تطول یا تقصر تقریباً مساوی ہوتا ہے اور اس طرح اکثر تعمیری مسالوں کے لیے ع اور ع کی قیمتیں تقریباً مساوی ہوتی ہیں۔ اس نکتہ پر توجہ کرنی چاہیے کیونکہ (بعد کے بابوں میں) یہ معلوم ہوگا کہ "قاطع فساد" اور "انصراف" کی ریاضیاتی بحث سراسر اس مفروضے پر منحصر ہے کہ ع = ع

۹۶۔ قاطع لچک (ع) — قاطع (جزی) لچک کا مقیاس

ع کچھ زیادہ عملی اہمیت نہیں رکھتا۔ لیکن مضمون کی تکمیل اور ہوک کے کلیہ کی وضاحت کے لیے اس سے بحث ضروری ہے۔

کسی مادّے کے ایک مربع منشور کی حالت پر غور کرو جس کے چار رُخوں پر جزی (مماسی) زور لگائے گئے ہوں۔

تعریف کی رُو سے (دفعہ ۱۸ اور ۹۲)۔

ب = جزی زور کی حدّت (پونڈ فی مربع انچ میں) منشور کے رخوں پر

مہ = مسخ کا ناپ یعنی جزی فساد کی حدت۔

تب مساوات (۳) کی رُو سے بشرطیکہ فساد اور زور لچک کی حد کے اندر ہوں۔

زور کی حدّت / فساد کی حدّت = ب/مہ = مادے کے لیے ایک مستقل .... (۷)

= "قاطع لچک کا مقیاس" = ع ....

یہ قابلِ لحاظ بات ہے کہ منشور کے مسخ کا ناپ (مہ) منشور کے قطروں کے فساد کی حدّتوں کا مجموعہ ہوتا ہے۔ اس طرح :—

گ = فساد سے پہلے مربع منشور کے قطر کا طول۔

صہ = قطروں کا مجموعی فساد (تطول = صہ‌ی تقصر = صہ‌س)

تب مہ = (صہ‌ی + صہ‌س) ÷ گ .... (۸)

۹۷۔ عی اور عس کی قیمتیں دریافت کرنا۔ اس کے

دو طریقے ہیں :—

(۱) "راست" طریقہ یعنی راست تناؤ اور کچلاؤ کے تجربے۔

(۲) "بالواسطہ" طریقہ یعنی قاطع بوجھ کے تحت انصراف کے تجربے۔

(۱) راست طریقہ —— یہ طریقہ اگرچہ عملی طور پر بہترین نہیں لیکن نظری طور پر بہترین ہے کیونکہ اس کے لیے کوئی مفروضے ضروری نہیں اور عی اور عس کی قیمتیں مساوات (۵) سے فوراً حاصل ہو جاتی ہیں۔ یعنی

عی یا عس = ب . ل/لہ

سے اس طرح کہ معلومہ حدّت ب کے راست کھنچاؤ یا کچلاؤ کے بوجھ کے تحت (طول ل کے تطول یا تقصر) لہ کی راست پیمایش کریں۔ بوجھ ظاہر ہے کہ لچک کی حد کے اندر ہونا چاہیے اور اس حد کی پہچان یہ ہے کہ اُس کے اندر ب × ل/لہ کی قیمت تقریباً مستقل رہتی ہے۔

تقصر کے تجربوں میں اس بات کا خیال رکھنا چاہیے کہ جن ستونوں پر تجربہ کیا جائے ان کا طول ایسا ہو کہ ان کو بچکاؤ کے باب (دفعہ ۵۷) میں کی تعریف کی رُو سے "چھوٹا ستون" کہا جا سکے کیونکہ یہی ستون ہوتے ہیں جن میں سادہ "راست" کچلاؤ واقع ہوتا ہے۔ نیز تطول اور تقصر دونوں کے تجربات میں اس کا خیال رکھنا چاہیے کہ تراش کے رقبے پر بوجھ کی تقسیم یکساں ہو تاکہ بوجھ کی حدت ب = $\frac{و}{ر}$ (بوجھ پونڈوں میں ÷ تراش کا رقبہ انچوں میں) سے فوراً حاصل ہو جائے۔ اور نیز اس کا کہ بوجھ کا عمل سادہ راست کھنچاؤ یا راست کچلاؤ کا ہو (اور کسی خماؤ کے عمل کی پیچیدگی نہ ہو) (دیکھو باب ۲ اور ۳)۔ نیز یہ بھی مناسب ہے کہ جس شے پر تجربہ کیا جائے اُس کی تراش سارے طول میں یکساں ہو یا بتدریج بدلتی ہو تاکہ غیر مساوی جانبی فسادوں کی پیچیدگی واقع نہ ہو۔

نوٹ ـــ اسی طرح کی احتیاطیں تنشی مضبوطی اور کچلاؤ کے مقیاس ف اور ف معلوم کرنے میں بھی ضروری ہیں۔

"راست" طریقے پر ایک عملی اعتراض یہ ہے کہ فساد لہ کے محسوس ہونے کے لیے بہت بڑا بوجھ (و) درکار ہوتا ہے۔ اور لچک کی حد کے اندر لہ اکثر تعمیری مسالوں میں اتنا چھوٹا ہوتا ہے کہ اُس کی پیمائش میں بڑی احتیاط کی ضرورت ہوتی ہے۔ بھاری بوجھوں کو لگانا مشکل ہوتا ہے خاص کر تقصر کے تجربات میں جن میں، باب ۳ (دفعہ ۵۱) میں دیے ہوئے وجوہ سے، یہ مشکل ہوتا ہے کہ خماؤ کے عمل کی پیچیدگی سے بچ سکیں۔

ان وجوہ سے "راست" طریقہ عملی طور پر مشکل بھی ہے اور زیادہ صرفہ کا بھی۔

(۲) بالواسطہ طریقہ ـــ (انصراف کے باب میں) یہ دکھایا جائے گا کہ اگر ایک ٹھوس، سیدھا، اُفقی، اور یکساں مستطیلی تراش کا شہتیر دو ایک ہی بلندی کے سہاروں پر آزادانہ سہارا ہوا ہو اور اُس کے طول ل کے وسط پر ایک وزن (و) ہموار طور پر پھیلا ہوا

ھو تو اُس شہتیر میں اعظم انصراف صہ = $\frac{\text{و ل}^3}{4\ \text{ع}_\text{ت}\ \text{ض گ}^3}$ ہوتا ہے۔

اس طرح $\text{ع}_\text{ت} = \frac{\text{و ل}^3}{4\ \text{ض گ}^3\ \text{صہ}}$ (ترقیم کے لیے دیکھو دفعات ۹۲، ۱۱)....(۹)

اس لیے $\text{ع}_\text{ت}$ کی قیمت شہتیروں کے انصراف کے تجربوں سے اس طرح معلوم کر سکتے ہیں کہ اوپر بیان کی ہوئی قسم کے ایک دیے ہوئے شہتیر میں ایک معلومہ وزن و کی وجہ سے اعظم انصراف صہ معلوم کریں اس کا خیال رکھتے ہوئے کہ زور کبھی لچک کی حد سے زیادہ نہ ہو جائے۔ (اس طرح کے تجربہ کے لیے زوروں کی بحث کے واسطے دیکھو قاطع فساد کا باب)۔

اس طریقے پر نظری اعتراض یہ ہے کہ مساوات (۹) کی صحت اس مفروضے پر منحصر ہے (دیکھو قاطع فساد کا باب) کہ $\text{ع}_\text{ت} = \text{ع}_\text{س}$۔ اس طریقے کے عملی فائدے بہت ہیں۔ تجربہ متقابلۃً آسان اور کم خرچ ہوتا ہے۔ اور ایک قابلِ پیمائش انصراف پیدا کرنے کے لیے متقابلۃً چھوٹے وزن درکار ہیں۔ ان وجوہ سے $\text{ع}_\text{ت}$ معلوم کرنے کے کئی تجربات اس طریقے سے کیے گئے۔

۹۸۔ ھاج کِنسن کے ضابطے

ھاج کِنسن نے طول ل میں تطول $\text{ل}_\text{ت}$ اور تقصر $\text{ل}_\text{س}$ اور اسی طول ل میں تناؤ کے مستقل فساد $\text{س}_\text{ت}$ اور بچکاؤ کے مستقل فساد $\text{س}_\text{س}$ کے واسطے ڈھلے لوہے اور پٹواں لوہے دونوں کے لیے، جو پہلے سے فساد کی حالت میں نہ ہوں، ضابطے دیے ہیں جو اُس نے خود اپنے وسیع تجربات سے اخذ کیے[1]۔

(۱) ڈھلا لوھا ——

$$\left.\begin{array}{l}
\text{ل}_\text{ت} = \text{ل}\left\{ \text{۰۰۲۳۹۶۲۸، ۰} - \sqrt{\text{۰۰۰۰۵۶۴۲۱۵، ۰} - \text{۳۴۳۹۴۶ ۰۰۰۰۰۰۰۰۰، ۰ ب}} \right\} \\
\text{ل}_\text{س} = \text{ل}\left\{ \text{۰۱۲۳۶۳۳۵۹، ۰} - \sqrt{\text{۰۰۰۱۵۲۸۵۳، ۰} - \text{۱۹۱۲۱۲ ۰۰۰۰۰۰۰۰۰، ۰ ب}} \right\} \\
\text{س}_\text{ت} = \text{۰۱۹۳، ۰ لہ} + \text{۶۴، ۰ لہ}^2 \\
\text{س}_\text{س} = \text{۵۴۳، ۰ لہ}^2 + \text{۰۰۱۳، ۰}
\end{array}\right\} \text{–(۱۰)}$$

[1] ریلوے تعمیروں کے متعلق لوہے کے استعمال پر کمشنروں کی رپورٹ ۱۸۴۹ء صفحات ۵۹، ۶۰، ۶۴، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۲۳۔

ھاج کِنسن نے اپنی رائے ظاہر کی ہے کہ اگر بچکاؤ کے زور کی حدت ب > ۱۴ ٹن فی مربع انچ، تو تقصر لِر بے قاعدہ ہوتا ہے ۔ اور اگر ب < ۲ ٹن فی مربع انچ تو تقصر محسوس نہیں ہوتا اس لیے ڈھلے لوہے کے واسطے ع معلوم کرنے کے تجربات ان انتہاؤں کے درمیان ہونے چاہییں ۔ یہ ضابطے قابلِ لحاظ ہیں اس وجہ سے کہ شکل میں مساوات (۵) سے جس کی رُو سے له = ب/ع . ل بالکل مختلف ہیں اور اس لیے ڈھلے لوہے کی صورت میں ھوک کے کلیہ کے عملی طور پر قابلِ استعمال ہونے کو مشکوک کر دیتے ہیں ۔ نیز زور کی ایک ہی حدّت ب کے لیے لِت اور لِر کی قیمتوں میں بھی خاصا فرق نظر آتا ہے جس کی وجہ سے یہ مشکوک ہو جاتا ہے کہ عِت اور عِر ڈھلے لوہے کے لیے اتنے تقریباً مساوی ہیں کہ فرق کو نظر انداز کیا جائے ۔

معلوم ہوتا ہے کہ انجنیری کے پیشے میں ھاج کِنسن کے نتائج پر کافی توجہ نہیں کی گئی کیونکہ ڈھلے لوہے کی تعمیریں اب بھی اس مفروضے پر تیار کی جاتی ہیں کہ ھوک کا کُلیہ اور نتیجہ عِت = عِر صحت کے ساتھ قابلِ استعمال ہیں ۔

(۲) پٹواں لوھا

بیلٹر بارلو[1] کا نتیجہ } لِت = ۰٫۰۰۰۰۹۶ ل . ب تقریباً جب کہ ب < ۱۰ ٹن فی مربع انچ

ھاج کِنسن کے نتائج } لِت = ۰٫۰۰۰۰۸ ل . ب تقریباً جب کہ ب < ۱۲ ٹن فی مربع انچ　(۱۱)
لِر = ۰٫۰۰۰۱ ل . ب تقریباً جب کہ ب < ۱۲ ٹن فی مربع انچ

اگر ب > ۱۲ ٹن فی مربع انچ یا ۱۲ × ۲۲۴۰ پونڈ فی مربع انچ تو تناؤ کے تحت تیزی سے اور بے قاعدہ کھنچاؤ اور دباؤ کے تحت بے قاعدہ اُبھار واقع ہوتا ہے ۔

یہ نتائج ھوک کے کُلیہ اور مساوات (۵) له = ب ل/ع کے مطابق ہیں اور یہ بھی نظر آئیگا کہ لِت = لِر تقریباً اور اس لیے عِت = عِر تقریباً ۔ اس طرح ظاہر ہے کہ ان اہم مساواتوں کو پٹواں لوہے کی تعمیروں پر استعمال

---

[1] بارلو (Barlow) کی کتاب "مسالے کی طاقت" (Strength of Materials) اشاعت سنہ ۱۸۴۵ء صفحہ ۲۱۵

کرنے پر کوئی اعتراض نہیں ۔

۹۹۔ انصرافی لچک کی قدر ـــــ نظری استدلال سے پیٹر بارلو نے ثابت کیا ہے کہ ایک ٹھوس، سیدھے اور یکساں مستطیلی تراش کے افقی شہتیر کے لیے جو ایک ہی بلندی کے دو سہاروں پر آزادانہ سہارا ہوا ہو۔ اور جس کے طول ل کے وسط پر وزن و ہموار طور پر پھیلا ہوا ہو، مقدار $\frac{و\,ل^{3}}{ص\,گ^{3}\,صہ}$ کسی مادے کے لیے مستقل ہوتی ہے بشرطیکہ بوجھ کی خاص (لچک کی حد کے مماثل) حدود سے تجاوز نہ کیا جائے ۔ اس مقدار کا نام وہ "لچک" رکھتا ہے اور اسے انصراف کے تحت لچک کا ایک ناپ بنانا چاہتا ہے۔ وہ اسے ع سے تعبیر کرتا ہے۔ اس کتاب میں ہم اسے $ع_{صہ}$ سے تعبیر کریں گے ۔ لاحقہ صہ سے مراد یہ ہے کہ یہ انصراف کے تجربات سے حاصل کی گئی ہے ۔

یہ خاص طور پر معلوم ہونا چاہیے کہ یہ مقدار $ع_{صہ}$ اصطلاح "لچک کا مقیاس" کی (رینکن کی دی ہوئی) تعریف کو جو اس کتاب میں استعمال کی گئی ہے پورا نہیں کرتی (دیکھو مساوات (۳))۔ اس کی تعریف فقط اس بنیادی مساوات سے ہوتی ہے:

$$\frac{و\,ل^{3}}{ص\,گ^{3}\,صہ} = ع_{صہ}$$ ایک مستقل ہے بوجھ کی خاص حدود کے اندر....... (۱۲)

لیکن یقیناً یہ ایک "انصراف کے تحت لچک کا ناپ" ہے اور اس لیے اس کتاب میں اس کا نام (دفعہ ۹۲) "انصرافی لچک" کی "قدر" رکھا گیا ہے۔

بنیادی مساوات (۱۲) کے متعلق بارلو کی تحقیقات میں صرف ہوک کے لچک کے کلیہ کا مفروضہ شامل ہے۔ اس کی صداقت اس نے خود اوپر بیان کیے ہوئے شہتیر کے انصراف پر تجربہ کر کے قائم کی۔ اس لیے یہ فرض کیا جا سکتا ہے کہ اگرچہ مساواتیں (۵) اور (۱۲) دونوں یعنی $ب\,\frac{لہ}{ل}$ = مستقل اور $\frac{و\,ل^{3}}{ص\,گ^{3}\,صہ}$ = مستقل، ایک ہی طبعی کلیہ یعنی ہوک کے لچک کے کلیہ کے جبری جلیے ہیں۔ لیکن چونکہ ان دو صورتوں میں اس کلیہ کا استعمال بہت ہی مختلف حالتوں کے تحت کیا گیا ہے یعنی مساوات (۵) راست زور کے لیے ہے، اور مساوات (۱۲)

قاطع بوجھ کے تحت اس لیے ضروری نہیں کہ ان دونوں کے درمیان کوئی طبیعی رشتہ ہو اور یہ اَور بھی کم ضروری ہے کہ مساوات (۵) سے حاصل ہونے والے مستقلوں $ع_ی$ اور $ع_ر$ اور مساوات (۱۲) سے حاصل ہونے والے مستقل $ع_{صہ}$ کے درمیان کوئی سادہ عددی ربط ہو۔

لیکن اگر ساتھ ہی یہ ایک اَور مفروضہ اختیار کیا جائے کہ $ع_ی = ع_ر$ (جس کی بادلو کی تحقیقات میں ضرورت نہیں) تو مساوات (۹) یعنی $ع_ی = \frac{و ل^۳}{۴ ص گ^۳ صہ}$ حاصل ہوتی ہے۔ پھر مساوات (۱۲) سے مقابلہ کرنے سے یہ حاصل ہوتا ہے کہ

$$ع_{صہ} = ۴ ع_ی \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱۳)$$

اس طرح نظر آتا ہے کہ $ع_{صہ}$ ایک ایسی قدر ہے جو $ع_ی$ یا $ع_ر$ سے کوئی مختلف طبیعی رشتہ نہیں ظاہر کرتی (اس مفروضہ پر کہ $ع_ی = ع_ر$) اور اِن سے صرف ایک عددی سر کے لحاظ سے مختلف ہے۔

۱۰۰- $ع_{صہ}$ کی مختلف شکلیں ——— چونکہ یہ دکھایا گیا ہے کہ مقدار $\frac{و ل^۳}{ص گ^۳ صہ}$ خاص شرایط کے تحت کسی مادّے کے لیے لچک کی حد کے اندر مستقل ہے (مساوات ۱۲)، اس لیے لازم آیا کہ اگر ک محض ایک عددی سر ہو تو ک $\times \frac{و ل^۳}{ص گ^۳ صہ}$ بھی ان شرایط کے تحت مستقل ہوگا۔

دقت یہ ہے کہ تجربہ کرنے والوں اور جدولوں کے مؤلفوں نے مختلف عددی سر ک انتخاب کیے ہیں۔ اس طرح "انصرافی لچک" کی قدر کے نام سے جو مقدار جدول میں دی گئی ہے وہ ک کی قیمت کے لحاظ سے مختلف جدولوں میں مختلف ہے۔ اس لیے $ع_{صہ}$ کی کسی جدول کو استعمال کرتے وقت بڑی احتیاط سے وہ ٹھیک ضابطہ معلوم کرنا چاہیے جس سے $ع_{صہ}$ کی قیمت کا حساب لگایا گیا یعنی ک کی قیمت معلوم کرنی چاہیے۔

جدولوں میں دی ہوئی $ع_{صہ}$ کی بڑی شکلیں ذیل میں دی جاتی ہیں اور اس کے ساتھ اُن کا تعلق اُس $ع_{صہ}$ کے ساتھ جو اس کتاب میں استعمال کیا گیا ہے اور جسے "رُڑکی کا $ع_{صہ}$" کہا گیا ہے اور نیز اس کا تعلق $ع_ی$ کے ساتھ۔ چونکہ

یہ مناسب نہیں کہ ان مختلف شکلوں کی تعداد کو بڑھایا جائے (ہر نئی شکل انجینیر کے لیے پیچیدگی کا باعث ہے) اور چونکہ "رُڑکی کا ع صہ" ہندوستان میں کثرت سے استعمال ہوتا ہے اس لیے ہندوستانی مسالوں کے تجربات کے جدول سازوں سے اس کی پُر زور سفارش کی جاتی ہے کہ صرف رڑکی کا ع صہ استعمال کریں (اگرچہ اُن کی رائے میں یہ بہترین شکل نہ ہو) کیونکہ جدولوں کی یکسانی سے بہت آسانی ہوجاتی ہے۔

ع صہ کی مختلف جدولی شکلیں

(۱) ع صہ = $\frac{\text{ل}^3 \text{ و}}{\text{ص ن گ}^3 \text{ صہ}}$ = ۲۸ء۱ × رُڑکی کا ع صہ = ۴ ع ت ...... (۱۲) اور (۱۳)

(۲) ع صہ = $\frac{1}{32} \cdot \frac{\text{ل}^3 \text{ و}}{\text{ص ن گ}^3 \text{ صہ}}$ = ۵۴ × رُڑکی کا ع صہ = $\frac{1}{8}$ ع ت ...... (۱۴)

(۳) ع صہ = $\frac{1}{16} \cdot \frac{\text{ل}^3 \text{ و}}{\text{ص ن گ}^3 \text{ صہ}}$ = ۱۰۸ × رُڑکی کا ع صہ = $\frac{1}{4}$ ع ت ...... (۱۵)

(۴) ع صہ = $\frac{\text{ل}^3 \text{ و}}{\text{ص ن گ}^3 \text{ صہ}}$ = رُڑکی کا ع صہ = $\frac{1}{432}$ ع ت ...... (۱۶)

۱۰۱- ع ت یا ع ر اور ع صہ کے استعمالوں کا مقابلہ

اطلاقی میکانیات کی حال کی تصانیف میں صرف ایک ہی مقیاس تحقیقات میں استعمال ہوتا ہے اور وہ ع ت ہے (یہ فرض کیا گیا ہے کہ ع ت = ع ر)۔

اکثر لکڑیوں کے لیے صرف ایک ہی قدر لکھی جاتی ہے اور دستیاب ہوتی ہے (خاص کر ہندوستانی لکڑیوں کے لیے) اور وہ ع صہ ہے۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ ع ت تحلیلی تحقیقات میں زیادہ کار آمد ہے اور ع صہ عملی حسابات کے لیے۔

۱۰۲- بازگشتگی (دیکھو دفعہ ۲۷) "راست" بوجھ کے تحت (یعنی

تناؤ یا پچکاؤ کے تحت) اُس "کام" سے ناپی جاتی ہے جو ایک دیے ہوئے "راست" فساد (تطول یا تقصر) کے پیدا کرنے میں کیا جائے۔
اس طرح راست تناؤ ہو یا راست پچکاؤ (بشرطیکہ پچکاؤ کی صورت میں شے "چھوٹا ستون" ہو۔ دفعہ ۵۷) لچک کی حد کے اندر:-

اگر $\frac{ف}{س}$ = زور کی حدت رقبہ س پر یکساں منقسم۔

و = بوجھ جو صفر سے پوری قیمت و تک بڑھے اور طول ل کی سلاخ میں فساد لہ پیدا کرے۔

تب و $= \frac{ف}{س} \times س$ [دیکھو دفعہ ۳ کی مساوات (۲) اور دفعہ ۵۷ کی مساوات (۲)]

اور لہ $= \left(\frac{ف}{س} \times ل\right) \div ع$ [دیکھو دفعہ ۹۳ کی مساوات (۵)]

لیکن بوجھ و، صفر سے بتدریج بڑھ کر و ہونے اور فاصلہ لہ (= فساد) میں سے حرکت کرنے میں سلاخ پر کام $= \frac{و}{۲} \times$ لہ کرتا ہے اور یہ وہ کام ہے (دیکھو دفعہ ۲۶) جو یکا یک لگایا ہوا وزن $\frac{و}{۲}$ کریگا۔
اس اہم نتیجہ کو یوں بیان کیا جا سکتا ہے۔

مسئلہ — ایک یکساں منقسم "راست" (یعنی تناؤ یا کچلاؤ کا) یکا یک لگایا ہوا بوجھ پہلے پہل دوگنا "کام" کرتا ہے اور نیز پہلے پہل دوگنا فساد اور زور پیدا کرتا ہے بہ نسبت اُس بوجھ و کے جو بتدریج لگایا جائے۔

نتیجہ صریح — اگر ایک سلاخ کو دفعتہً لگائے ہوئے راست بوجھ کی مزاحمت کے لیے تجویز کرنا ہے تو اس کی مضبوطی کو دوگنا بنانا چاہیے بہ نسبت اُس صورت کے کہ یہی بوجھ بتدریج لگایا جائے۔

اوپر دی ہوئی مساواتوں سے یہ نظر آتا ہے کہ "کیا ہوا کام" یعنی

$$\frac{و}{۲} \times لہ = \frac{۱}{۲} \frac{ف}{س} \times س \times \left(\frac{ف}{س} \times ل\right) \div ع = \frac{ف^۲}{س^۲ ع} \times \frac{س ل}{۲} \quad \ldots\ldots (۱۷)$$

اس سے معلوم ہوتا ہے کہ "کیا ہوا کام" متناسب ہے س ل کے جو سلاخ کے حجم کے مساوی ہے اگر تراش یکساں ہو۔

۱۰۳۔ بازگشتگی کا مقیاس ــــ مقدار $\frac{ف^2}{ع}$ جو یکایک لگائے ہوئے بوجھوں کی صورت میں شریک ہوتی ہے "بازگشتگی کا مقیاس" کہلاتی ہے۔

بازگشتگی کے مقیاس $\frac{ف^2}{ع}$ کو لچک کی حد کے اندر لانے کے لیے $س^2$ (قدرِ سلامتی کے مربع) سے تقسیم کرنا پڑیگا۔ فساد یا زور کو لچک کی حد کے اندر محدود رکھنے کی ضرورت ظاہر ہے کیونکہ مساوات (۵) دفعہ ۹۲ جس کا یہاں استعمال کیا گیا ہے صرف لچک کی حد کے اندر صحیح ہے۔

۱۰۴۔ زندہ بوجھ کے لیے سلامتی کی قدر ــــ اگر تیزی سے بدلے تو زندہ بوجھ کا عمل کسی قدر یکایک لگائے ہوئے بوجھ کی طرح ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے راست تناؤ یا پچکاؤ کے تحت شے کے لیے تیزی سے بدلنے والے بوجھ کی قدرِ سلامتی مستقل بوجھ کی قدر سے دوگنی رکھی جاتی ہے (مقابلہ کرو دفعات ۷ اور ۲۶ کا)۔

۱۰۵۔ لٹھا گاڑنا ــــ لٹھا گاڑنے کے مسائل کو عموماً "بقائے توانائی" کے اصول سے (دفعہ ۲۵) حل کرنا چاہیے۔

مثال ــــ وزن وَ پونڈ کا ایک دھمس انتصابی فاصلے ھ فٹ میں سے گر کر لٹھے پر کام وَھ فٹ پونڈ کرتا ہے۔ کام کچھ تو لٹھے کو پچکانے اور کچھ گاڑنے میں صرف ہوا ہے اور نیز دھمس کو پچکانے اور لٹھے کو واقعی حرکت کی توانائی دینے میں۔ لیکن اخیر کے دو حصے عملی طور پر ناقابلِ لحاظ ہوتے ہیں۔ لٹھے کو ایک دی ہوئی گہرائی کے بقدر گاڑنے کے لیے جو ضرب درکار ہے اور جو اعظم وزن وَ لٹھا برداشت کریگا (اگر اُس کے بازوؤں پر یکساں منقسم رگڑ اس بوجھ کو سنبھالے جیسا کہ نرم مٹی کی صورت میں

۵ مختلف فساد کے تحت لوہے کی مختلف اقسام کے لیے اس کی قیمت یعنی $ف^2 \div ع$ کی قیمت ضمیمہ میں دی گئی ہے۔ دیگر اشیاء کے لیے ضمیمہ میں دی ہوئی ف اور ع کی قیمتوں سے بہ آسانی معلوم کی جاسکتی ہے۔

عملاً ہوتا ہے) ان دونوں کے درمیان تعلق اس طرح معلوم ہوسکتا ہے :-

اگر وً = دھمس کا وزن (پونڈوں میں)۔

ھ = اس کے گرنے کی بلندی (انچوں میں)۔

ہ = گہرائی جس کے بقدر لٹھا اخیر ضرب سے گڑے۔

وَ = اعظم مُردہ بوجھ (پونڈوں میں) جو وہ بغیر اور اندر گڑے برداشت کر لے۔

ر = لٹھے کا تراشی رقبہ (مربع انچوں میں)

ل = لٹھے کا طول ⎫ انچوں میں

لہ = " " تقصر ⎭

تب اگر مُردہ بوجھ وَ اخیر ضرب سے عین پہلے لگایا جائے تو زور کی حدّت = $\dfrac{\text{وَ}}{\text{ر}}$ (دفعہ ۲۰ صورت ۱) جس کی وجہ سے لٹھے کا تقصر
$= \text{لہ} = \dfrac{\text{وَ}}{\text{ر}} \times \dfrac{\text{ل}}{\text{ع}}$ (دیکھو مساوات (۵)۔ دفعہ ۹۳)۔

چونکہ یہ مُردہ بوجھ وَ لٹھے کو بتدریج پچکا رہا ہے اس لیے اس کا کام پچکانے میں (دفعہ ۱۰۲) $= \dfrac{\text{وَ}}{2} \times \text{لہ} = \dfrac{\text{وَ}^2\,\text{ل}}{2\,\text{ع}\,\text{ر}}$، نیز

مزید گہرائی ہ میں لٹھے کو گاڑنے میں مُردہ بوجھ کا کام = $\text{وَ}\,\text{ہ}$۔

ان دونوں کو ضرب کی توانائی کے مساوی رکھنے سے (دیکھو دفعہ ۲۲)۔

$$\text{وً}\,\text{ھ} = \text{وَ}\,\text{ہ} \times \frac{\text{وَ}^2\,\text{ل}}{2\,\text{ع}\,\text{ر}} \quad \ldots\ldots\ldots (18)$$

ہ کو مشاہدے سے معلوم کیا جائے تو وَ ذیل کی مساوات سے معلوم ہوسکتا ہے

$$\text{وَ} = \text{ع} \times \frac{\text{ر}\,\text{ہ}}{\text{ل}} \left\{ -1 + \sqrt{1 + \frac{2\,\text{وً}\,\text{ھ}\,\text{ل}}{\text{ع}\,\text{ر}\,\text{ہ}^2}} \right\} \quad \ldots (19)$$

لٹھوں کو عموماً اتنا گاڑا جاتا ہے کہ $\dfrac{\text{وَ}}{\text{ر}}$ جو اس ضابطے سے حاصل ہو ۲۰۰۰ اور ۳۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ کے درمیان ہو۔ یہ خیال رہے کہ وَ جو اس طرح حاصل ہوگا وہ اعظم بوجھ ہے جو لٹھا بغیر اور گڑے برداشت

کریگا: اس لیے اگر گڑنے کے خلاف قدرِ سلامتی سَ اختیار کی جائے (جو مختلف ماہروں کے نزدیک ۳ سے ۱۰ تک ہوتی ہے) تو

عملی بوجھ = وَ ÷ سَ .... (۲۰)

۱۰۶ - لٹھا گاڑنا، عملی قاعدہ —— بعض بہترین ماہروں کے نزدیک، ایک کافی گڑے ہوئے لٹھے کی جانچ یہ ہے کہ -
"۵ فٹ اوپر سے گرنے والی ۸۰۰ پونڈ کی دھمس کی ۳۰ ضربوں میں" (یعنی ۴۰۰۰ فٹ پونڈ کی توانائی کی ۳۰ ضربوں میں) $\frac{۱}{۵}$ اِنچ سے زیادہ نہ دھنسے -

۱۰۷ - لٹھوں کی مضبوطی —— باب ۳ دفعہ ۷۸ میں اس سے بحث کی جا چکی ہے -

۱۰۸- تعریف ـــــ قینچی ایک کھُلا ڈھانچہ ہے جو کسی کشادگی کے اوپر خانہ بنانے اور ایک بھاری پوشش رکھنے کے لیے استعمال ہوتا ہے اس طرح وہ ڈھانچہ جو چھت کی پوشش کو سہارتا ہے چھت قینچی کہلاتا ہے۔ جو پُل کی فرش بندی کو سہارتا ہے۔ پُل قینچی کہلاتا ہے چھت قینچی کے حصول کا ایک عام بیان ہندوستان کی سول انجینیری پر رُڑکی کی کتاب کی جلد اول حصہ سوم میں دیا گیا ہے۔ موجودہ باب چھت قینچیوں کے صرف راست زوروں سے بحث کرتا ہے۔ چونکہ چھتوں پر عموماً متحرک بوجھ عمل نہیں کرتے اس لیے ان کی بحث بعض لحاظوں سے پُل قینچیوں کی نسبت آسان ہے۔

۱۰۹- صرف قینچی کے مستوی میں کے بوجھ پر غور کیا جاتا ہے ـــــ قینچی کے اوپر کسی طرح کی قوتیں عمل کریں ان کو دو گروہوں میں تحلیل کیا جا سکتا ہے: (۱) قینچی کے مستوی کے اندر (۲) اُس مستوی پر عمودی۔ دوسرے گروہ کا تقاضا قینچی کو مروڑ دینے کا ہوتا ہے۔ لیکن مگری ڈنڈا، پچھاڑی، دیوار داسے اور (بعض صورتوں میں) طولی بندھن چھت کو طولاً اتنا صلب بنا دیتے ہیں کہ عملی طور پر چھت قینچی اس مروڑ کی ہمیشہ مزاحمت کر سکتی ہے

(دیکھو دفعات ۹، ۱۶) اس طرح قوتوں (یعنی بوجھ کے صرف اُس گروہ پر غور کرنا ضروری ہے جو قینچی کے مستوی میں ہوں۔

۱۱۰۔ تعریف۔ ڈنڈا اور جوڑ ——— اختصار کے لیے چھت قینچی کے ہر ٹکڑے یا رُکن کو ڈنڈا کہا جائیگا اور ایسے دو یا زیادہ ٹکڑوں کے نقطۂ تقاطع کو جوڑ۔

چھت قینچی کے ہر ڈنڈے پر قینچی کے مستوی میں عمل کرنے والی قوتوں کے باعث اس مستوی کے اندر دو علیحدہ قسموں کے فساد کا عمل ہو سکتا ہے: (۱) راست (۲) قاطع۔

(۱) راست فساد کے ساتھ ہر ڈنڈے میں راست طولی زور ہوتا ہے اور (تعادل کے اصول کی رُو سے) یہ مساوی ہوتا ہے ڈنڈے پر عمل کرنے والی بیرونی قوتوں یا بوجھ کے اُن اجزائے تحلیلی کے جبری مجموعے کے جو ڈنڈے کے متوازی لیے جائیں۔ یہ بوجھ مشتمل ہوگا کچھ بیرونی بوجھ پر اور کچھ بیرونی زوروں پر جو دوسرے ملے ہوئے ڈنڈوں سے منتقل ہوں۔

یہ راست طولی زور اُن قسموں میں سے ایک کا ہوگا جن سے باب ۱ اور ۲ میں بحث کی گئی ہے یعنی تناؤ کا یا پھیلاؤ کا۔ اور جب اس زور کی مقدار موجودہ باب کے اُصولوں سے جو ابھی بتائے جائینگے معلوم کرلی جائے تو اس کی مزاحمت کے لیے مادے کے مطلوبہ ابعاد کا باب ۱ اور ۲ کے اصولوں کی رُو سے حساب لگایا جا سکتا ہے۔

چھت کے تمام ڈنڈے اسی قسم کے فساد کے تحت ہوتے ہیں۔

(۲) تمام بیرونی قوتوں (یعنی بوجھ) کے اُن اجزائے تحلیلی کا جبری مجموعہ جو ہر ڈنڈے پر عمودی ہو قاطع فساد اور اس طرح ڈنڈے کی خمیدگی پیدا کرتا ہے۔

جن ڈنڈوں پر بوجھ صرف جوڑوں پر ہو (مثلاً اندرونی رباط) ان میں بمشکل اس قسم کا فساد ہو سکتا ہے۔ اور انجینیری کے حسابات میں اس طرح کے ڈنڈوں پر قاطع فساد کی خمیدگی نہیں فرض کی جاتی۔

نوٹ :- یہ اہم ہے کیونکہ ایک ہی ڈنڈے پر ہمزاد راست اور قاطع فساد کی بحث پیچیدہ ہوتی ہے۔

جن کڑیوں پر داب روکوں کے سروں کے علاوہ اور نقطوں پر بھی بوجھ ہو اُن میں داب روکوں کے سروں کے درمیان کے بوجھ کی وجہ سے قاطع فساد پیدا ہوتا ہے اور بندھن سلاخوں میں بھی، جو چھتوں، پنکھوں، وغیرہ کو راج ڈنڈے، رانی ڈنڈے، وغیرہ کے سروں کے سوا کسی اور نقطے پر حمل کریں، قاطع فساد اُس بوجھ کی وجہ سے ہوتا ہے جو سہارے کے بندھنوں کے سروں کے درمیان ہو۔

یہ قاطع فساد اکثر خاصی مقدار میں ہوتا ہے ۔ اس لیے اس کو ایسی کڑیوں اور بندھن سلاخوں کی تجویز میں نظر انداز نہیں کیا جا سکتا جن میں یہ قابل لحاظ مقدار میں واقع ہو اور یہ خاص طور پر یاد رکھنا چاہیے کہ اس صورت میں یہ ڈنڈے ہمزاد راست اور قاطع فساد کے تحت ہوتے ہیں اور اس طرح تجویز کیے جانے چاہییں کہ دونوں کی ہمزاد طور پر مزاحمت کر سکیں۔

لیکن بہت سی چھت قینچیوں اور ڈھانچوں میں بوجھ کڑیوں کو پھاڑیوں کے ذریعے لگایا جاتا ہے جو داب روکوں کے سروں پر ٹکی رہتی ہیں اور کسی اور مقام پر نہیں لگایا جاتا اور بندھن سلاخوں کو صرف راج ڈنڈوں، رانی ڈنڈوں اور دوسرے سہارے کے بندھنوں سے نقاطِ تعلیق پر لگایا جاتا ہے۔ جن قینچیوں پر بوجھ اس طرح کا ہو ان میں صرف قسم (۱) کے راست طولی زوروں پر غور کی ضرورت ہے ۔ اور ایسی قینچیوں کی تجویز اسی نسبت سے سادہ ہے۔

۱۱۱- داب روک ـــ قاطع فساد کے بابوں کو پڑھنے کے بعد سمجھ میں آئیگا کہ صدر کڑیوں کی مضبوطی، جب پھاڑیوں کے ذریعے ان پر بوجھ قاطع طور پر لگایا گیا ہو، سہاروں کے (جو اس صورت میں دیواریں، داب روکوں کے سرے، اور کڑیوں کے سرے ہیں) درمیان خالص فاصلے کے بڑھنے سے گھٹتی ہے۔

یہی وجہ ہے کہ بڑے طول کی صدر کڑیوں کے نیچے داب روکوں

اور اندرونی رباطوں کا اضافہ کیا جاتا ہے (کڑیوں کی مضبوطی کے لیے)۔ اور کڑیاں جتنی لمبی ہوں یہ اضافہ اُتنا ہی زیادہ ہوتا ہے۔ (دیکھو چھت قینچیوں کی شکلیں شکل ۱۶ تا ۲۵)۔

۱۱۲۔ قینچیوں کے زور معلوم کرنے کا عمل دو حصوں پر مشتمل ہے :-

(۱) راست طولی زوروں کی تحقیقات۔

(۲) قاطع فساد سے خمیدگی کی وجہ سے پیدا ہونے والے (اگر کسی صورت میں یہ فساد ایسی قینچیوں میں پیدا ہو) زوروں کی تحقیقات۔

(۱) اس باب کا باقی سارا حصہ راست طولی زوروں کی تحقیقات میں صرف ہوگا۔ یہ خاص طور پر معلوم ہونا چاہیے کہ (جیسا کہ اوپر سمجھایا گیا ہے) قینچیوں میں یہ زور سب میں زیادہ اہم ہیں کیونکہ یہ ہر ڈنڈے میں واقع ہوتے ہیں اور بعض قینچیوں میں تو (اُن میں جن پر صرف جوڑوں پر بوجھ ہو) صرف یہی زور ہیں جن پر غور کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

(۲) قاطع فساد سے پیدا ہونے والے زوروں کی تحقیقات قاطع فساد کے بابوں تک اُٹھا رکھی جائیگی (یہ سمجھایا جا چکا ہے کہ ان پر غور کرنے کی ضرورت صرف کڑی اور بندھن سلاخوں کی صورت میں ہوتی ہے اور ان میں بھی صرف اُس صورت میں کہ بوجھ جوڑوں یعنی ڈنڈوں کے نقاطِ تقاطع کے علاوہ اور نقاط پر بھی لگایا گیا ہو)۔

راست زوروں کی تحقیقات

۱۱۳ - ڈھانچے میں ایک ڈنڈے سے دوسرے ڈنڈے کو زور اندرونی طور پر اُن کے جوڑوں میں سے کس طرح منتقل ہوتا ہے۔ یہ ایسا مسئلہ ہے جو سائنس کی موجودہ حالت میں حل نہیں کیا جا سکتا۔ البتہ ذیل کا مفروضہ[1] جو عام طور پر تسلیم کیا گیا ہے راست زوروں کی تحقیقات

[1] اس مسئلہ پر دوسرا مفروضہ صفحہ ۱۴۰ کے زیر حاشیہ میں دیا گیا ہے۔

میں ایک طرح کی بنیاد کا کام دیتا ہے اور اس باب کی تحقیقات کے دوران میں اچھی طرح ذہن میں رہنا چاہیے:۔

مفروضہ۔ "ڈھانچے کے ڈنڈوں کو اُن کے جوڑوں کے درمیان کامل طور پر استوار تصور کرنا چاہیے اور جوڑوں کو کامل طور پر آزاد۔"

اس مفروضہ کی وجہ سے راست زوروں کی تحقیقات محض اُستوار اجسام کے تعادل کا مسئلہ رہ جاتی ہے۔ یہ مفروضہ صرف اس لیے اختیار کیا گیا کہ ایک ایسے مسئلہ کی تحقیقات میں آسانی پیدا کی جائے جس کا حل اس کے بغیر ناممکن ہوتا۔ یہ مفروضہ قابل قبول ہے کیونکہ اگر اس کے غلط ہونے کی وجہ سے اگر کچھ ہوتا ہے تو یہ کہ راست زوروں کا اندازہ اصلیت سے زیادہ کیا جائے۔ اس طرح جو قینچیاں اس مفروضے کے ساتھ تجویز کی جاتی ہیں وہ ضرورت سے زیادہ مضبوط ہوتی ہیں کیونکہ آخر جوڑوں میں کچھ نہ کچھ اُستواری ضرور ہوتی ہے جو مزید مضبوطی کا باعث ہے۔

۱۱۴۔ کھلے کثیر الاضلاع۔ اوپر کے مفروضے کے تحت یہ معلوم ہوگا (دیکھو مثال ۱۰) کہ ڈھانچے کی صرف ایک قسم ہے جو ہر طرح لگائے ہوئے بوجھ کو برداشت کرنے کے لیے موزوں ہے اور وہ وہ قسم ہے جس میں کوئی کھلا (بے رباط) کثیر الاضلاع نہ ہو اور اس لیے جو صرف مثلثوں پر مشتمل ہو۔ در اصل مثلث ہی وہ شکل ہے جس کی صورت اُس کے اضلاع کے طولوں کو بدلے بغیر نہیں بدلی جا سکتی۔

جن ڈھانچوں میں کھلے (بے رباط) کثیر الاضلاع ہوں وہ (اس مفروضے کے تحت) بوجھ کی صرف خاص خاص تقسیموں کے تحت تعادل میں رہ سکتے ہیں۔ مثلاً دکھایا گیا ہے (دیکھو طریقہ اول کی مثال ۲ اور طریقہ دوم کی مثال ۱۰) کہ متشاکل رانی کھم قینچی متشاکل انتصابی بوجھ کے تحت تعادل میں ہوتی ہے لیکن غیر متشاکل بوجھ کی مزاحمت کے لیے

مزید اندرونی رباط کی ضرورت ہوتی ہے (دیکھو مثال ۱۰)۔ تاہم چونکہ جوڑوں میں کچھ نہ کچھ اُستواری ضرور ہوتی ہے اس لیے کئی جگہ قینچیوں میں کُھلے ذوا اربعۃ الاضلاع بھی نظر آتے ہیں۔ ان میں جوڑوں کی اُستواری سے توقع کی جاتی ہے کہ غیر متشاکل بوجھ کے زور کو برداشت کرلیں۔ یہ زور "آزاد جوڑوں" کے مفروضے کی رُو سے اندرونی رباط کو برداشت کرنا ہوتا۔

یہ دستور خاص طور پر رانی کھم چوبینے کے فرموں میں عام ہے جن میں جوڑ اگرا چھے بنائے جائیں تو دراصل بہت صَلب ہوتے ہیں۔ لیکن لوہے کے کاموں میں اس کی سفارش نہیں کی جاسکتی الا اس کے کہ جوڑوں کو صَلب بنانے پر توجہ کی جائے۔

۱۱۵۔ راست زور

راست زوروں کی تحقیقات دو مرحلوں میں تقسیم کی جاسکتی ہے :—

مرحلۂ اول۔ جوڑوں پر کے معادل بوجھ کی دریافت (دیکھو دفعات ۱۱۶ تا ۱۲۲)۔

مرحلۂ دوم۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل (دیکھو دفعات ۱۲۳ تا ۱۲۶)۔

۱۱۶۔ مرحلۂ اول۔ جوڑوں پر کے معادل بوجھ

بوجھ عموماً دو قسم کے ہوتے ہیں :—

(۱) **مستقل بوجھ**، جس میں چھت کی پوشش کا وزن اور چھت کے ڈھانچے یا قینچی کے ڈنڈوں کا وزن دونوں شامل ہیں۔

(۲) **اتفاقی بوجھ**، یعنی ہوا، بارش، برفباری، مزدوروں وغیرہ کی وجہ سے۔

۱۱۶۔ (۱) مستقل بوجھ کا تخمینہ

ذیل کی جدول سے چھت کی پوشش اور ڈھانچے کا جو انگلستان اور ہندوستان میں عام طور پر مستعمل ہیں تقریبی وزن (پونڈوں میں چھت کے فی مربع فٹ) معلوم ہوتا ہے :—

مسالا	سب میں مسطح ڈھال، درجوں میں	وزن پونڈوں میں چھت کے فی مربع فٹ
تانبے کا پتر تقریباً ۲۲، انچ موٹا	۴	۱
سیسے کا پتر	۴	۶ تا ۸
جست کا پتر	۴	۱ تا ۱¾
لوہے کا پتر $\frac{1}{16}$ انچ موٹا	۴	۳
لوہے کی چادر ۱۶ ت'پ اور سلاخیں	۴	۵
ڈھلے لوہے کی چادریں $\frac{3}{8}$ انچ موٹی	۴	۱۵
نابدار لوہا	۴	۲ تا ۴
نابدار لوہا اور سلاخیں	۴	۵½
تختے ¾ انچ	۲۲½	۲½
تختے (دوسری موٹائیاں)	۲۲½	تناسب سے
تختے اور لوہے کی چادر ۲۰ ت'پ	۴	۶½
سلیٹ کاری	۲۲½ تا ۳۰	۵ تا ۱۱¼
سلیٹ، اور لوہے کی سلاخیں	—	۱۰
کھپرے	۲۲½ تا ۳۰	۱۰
سادہ کویلو	۲۲½ تا ۳۰	۲۰
پھوس	۳۵ تا ۴۵	۶½
پھوس (۹ انچ) اور بانس کا ڈھانچہ	—	۱۰
گڈون (Goodwyn) کی کویلو کی چھت	۲۸	۴۱
الہ آباد کا دوہرا کویلو	۲۶ تا ۲۷	۳۴
" " اکہرا "	—	۱۷
دیہاتی کویلو	—	۱۴
مراری سلیٹ بندی	—	۴۷
۱½ کے دو کھپروں پر ۴" پختہ چھت	مسطح	۱۰۰
۳ فٹ فصل کی چار انچی خشتی محرابوں پر ۴" پختہ چھت	"	۱۱۵
چوبی ڈھانچہ کویلو اور سلیٹ کی چھت کے لیے	—	۵½ تا ۶½
آہنی " " " "	—	۳ تا ۱۰

نوٹ :۔ یہ جدول صرف ایک رہبر کے طور پر استعمال ہو سکتی ہے۔

بڑی اور اہم چھتوں کے لیے مستقل بوجھ کے تخمینہ کا قابلِ اطمینان طریقہ صرف راست تجربہ ہے۔ یعنی چھت کی پوشش کا کوئی مناسب رقبہ مثلاً ۱۰۰ مربع فٹ زمین پر اُسی طرح تیار کیا جائے جس طرح فی الحقیقت بنانا ہے پھر اُس کے حصّے علیحدہ علیحدہ کر کے تول لیے جائیں۔ ان میں چھت کے ڈھانچے کا وزن جمع کیا جائے جو کسی پہلے کی اُسی قسم کی چھت کے مطابق لیا جا سکتا ہے۔ یہ مجموعہ "مستقل بوجھ" ہوگا۔ پھر اس بوجھ کے لیے ڈھانچے کے ابعاد کا حساب لگا کر جیسا کہ اس باب میں سمجھایا جائیگا اس تجویز شدہ ڈھانچے کے وزن کا حساب لگایا جائے اگر یہ پہلے کے مفروضہ ڈھانچے کے وزن سے بہت زیادہ مختلف نہ ہو۔ تو تجویز (Design) کافی مضبوط ہوگی ورنہ نئے سرے سے تجویز کرنی پڑیگی۔

یہ عمل بہت تکلیف دہ ہے اور صرف بڑے اور اہم کاموں کے لیے ضروری ہے۔

۱۱۶-(۲) اتفاقی بوجھ کا تخمینہ

—— اتفاقی بوجھ مشتمل ہے حسبِ ذیل پر :۔ (۱) جذب شدہ بارش کا پانی۔ (۲) برف جو جمع ہو گئی ہو۔ (صرف سخت سرد آب و ہوا میں) (۳) مزدور جو مرمت کر رہے ہوں اور (۴) ہوا کا دباؤ۔

ان مختلف بوجھوں کی نوعیت اور حدّات بہت مختلف ہے۔ تجویز میں اُس اعظم حدّت کو لینا چاہیے جو کبھی واقع ہو سکتی ہے۔ اس کا تخمینہ عام طور پر ذیل کے طریقے پر کیا جاتا ہے :۔

بیان	حدّت پونڈ فی مربع فٹ میں	نوعیت
(۱) جذب شدہ بارش	۵ پونڈ، چھت کے فی مربع فٹ	یکساں منقسم انتصابی بوجھ
(۲) برف (سرد آب و ہوا میں)	۵ تا ۲۰ پونڈ چھت کے فی مربع فٹ	یکساں منقسم انتصابی بوجھ
(۳) مرمت کے لیے مزدور	دیکھو نیچے کا بیان	انتصابی، بے قاعدہ
(۴) ہوا کا دباؤ	۴۰ پونڈ، انتصابی سطح کے فی مربع فٹ (اعظم حدّت جو ہندوستان میں ہوئی ہے)	یکساں منقسم، چھت پر عماداً ایک وقت میں صرف ایک جانب

ان اتفاقی بوجھوں کی نوعیت میں جو فرق ہے اُس پر احتیاط سے غور کرنا چاہیے۔

(۱) اور (۲)۔ چونکہ جذب شدہ بارش اور برف کی وجہ سے جو بوجھ ہوتا ہے وہ ساری چھت پر یکساں منقسم انتصابی بوجھ ہوتا ہے۔ اس لیے آسانی ہو جاتی ہے کیونکہ اس بوجھ کو چھت کے مسالے کے مستقل یکساں منقسم انتصابی بوجھ میں جمع کر دیا جا سکتا ہے۔ اس طرح ساری قینچی پر ایک "مجموعی یکساں انتصابی بوجھ کی حدت" حاصل ہوتی ہے جس کی وجہ سے مجموعی یا حاصل زور آسانی سے ایک ہی عمل میں حاصل ہو سکتے ہیں۔

(۳) مزدوروں کا بوجھ انتصابی تو ہوتا ہے لیکن یکساں طور پر منقسم نہیں ہوتا کیونکہ سارے مزدور قینچی کے ایک ہی جانب جمع ہو سکتے ہیں۔

لیکن چونکہ چھتیں اس طرح تجویز کی جاتی ہیں کہ اُس نواح میں جو تُند سے تند ہوا چل سکتی ہے اُس کا مقابلہ کر سکیں اور مرمت سخت ہوا میں نہیں کی جاتی اس لیے ایک عملی قاعدہ بنا لیا گیا ہے کہ مرمت کے دوران میں کام کرنے والے مزدوروں کے بوجھ پر علیحدہ غور کرنے کی ضرورت نہیں۔ دراصل جو چھت قینچی سخت ہوا کا مقابلہ کرنے کے لیے تجویز کی گئی ہو وہ مزدوروں کا بوجھ برداشت کرنے کے لیے جو صرف کم ہوا میں عمل کریگا کافی مضبوط ہوتی ہے۔

(۴) یہ کافی تصور کیا جاتا تھا کہ ہوا کے دباؤ کو "یکساں منقسم انتصابی دباؤ" سمجھا جائے۔ یہ دستور ٹریڈ گولڈ کے اثر سے[1] جو نجاری اور آہن کاری کا اُستاد تھا، عالم گیر تھا۔ لیکن ظاہر ہے کہ ذیل کے وجوہ سے یہ بالکل نا قابلِ اطمینان ہے:۔

(ا) دیکھا جاتا ہے کہ ہوا عموماً اُفقاً چلتی ہے۔ اس کو انتصاباً نیچے کی جانب چلتا ہوا مشکل سے فرض کیا جا سکتا ہے۔

---

[1] T. Tredgold

(ب) جھکڑ چونکہ ہوا کی رَو ہوتا ہے اس لیے متحرک سیالوں کے یعنی ماحرکیات کے قوانین کی پابندی کرتا ہے۔ اُس کا دباؤ، جیسا کہ تجربے سے کسی دی ہوئی سطح پر معلوم ہو سکتا ہے، کسی سمت میں (مثلاً انتصابی سمت میں) اُستوار اجسام کی سکونیات کے سادہ قوانین کے مطابق تحلیل نہیں کیا جا سکتا۔

(ج) نیز چونکہ ہوا سیال ہے اس لیے اُس کا دباؤ کسی سطح پر عمادی ہوگا نہ کہ انتصابی جیسا کہ ٹریڈ گولڈ کے مفروضے میں ہے۔

(د) ہوا کا دباؤ ایک ہی وقت میں چھت کے دونوں طرف نہیں فرض کیا جا سکتا۔

ٹریڈ گولڈ کے طریقے کے استعمال پر یہ چاروں اعتراض (ا)، (ب)، (ج)، (د)، واقع ہوتے ہیں۔ ہوا کے دباؤ کو ٹریڈ گولڈ کے طریقے کے مطابق "یکساں منقسم انتصابی دباؤ" سمجھنے سے صرف ایک فائدہ ممکن ہے اور وہ یہ کہ چھت کے تمام بوجھ مستقل اور اتفاقی دونوں اس طرح ایک نوعیت کے یعنی "یکساں انتصابی دباؤ" ہو جاتے ہیں۔ اس طرح ان کی حدّتیں جمع کی جا سکتی ہیں اور مجموعی یا حاصل زور ایک ہی عمل میں معلوم ہو سکتا ہے۔

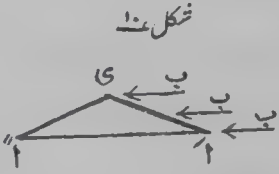
اس سے حساب لگانے میں آسانی بے شک ہو جاتی ہے لیکن اگر کوئی بات درحقیقت غلط ہو تو محض آسانی کی خاطر اُس پر عمل نہیں کیا جا سکتا۔ یہ خیال پیدا ہو سکتا ہے کہ اگر ٹریڈ گولڈ کے طریقے کے مطابق ایک قینچی چھت کو اس طرح تجویز کیا جائے کہ ایک دی ہوئی اعظم حدّت کے ہوا کے دباؤ کا ایک وقت میں دونوں جانب مقابلہ کر سکے تو اس غلطی سے فائدہ ہی ہوگا کہ مضبوطی زیادہ رکھی جائیگی لیکن واقعہ یہ نہیں کیونکہ ابھی دکھایا جائیگا کہ اگر بوجھ چھت کی صرف ایک جانب لگایا جائے تو اس کا فسادی اثر بعض سلاخوں پر دونوں جانب ایک ساتھ لگائے ہوئے بوجھ سے بالکل مختلف ہوتا ہے۔

یہ ذیل کی سادہ مثال سے بالکل ظاہر ہے :-

اُفقی دباؤ ب اگر مثلثی فریم یا قینچی اَ ی اً کے ایک ہی جانب مثلاً اَ ی پر لگایا جائے تو ڈنڈے اً ی میں دباؤ اور ڈنڈے اَ ی میں تناؤ پیدا کریگا۔

شکل

ی ب ب ب اً اَ

مساوی مقابل اُفقی دباؤ صرف ڈنڈے اً ی پر لگائے جائیں تو ڈنڈے اً ی میں تناؤ اور اَ ی میں دباؤ پیدا کرینگے جو مقدار میں پہلی صورت کے دباؤ اور تناؤ کے مساوی ہونگے۔

اگر دونوں طرف دباؤ ایک ساتھ لگائے جائیں تو یہ نظام جہاں تک ڈنڈوں اَ ی اور اً ی کا تعلق ہے تعادل میں ہوگا اور ان ڈنڈوں میں فساد نہیں پیدا کریگا۔ (کیونکہ "استواری" کے مفروضے دفعہ ۱۱۳ کی رُو سے قاطع فساد نہیں ہوگا) حالانکہ اگر فریم پر دباؤ دونوں طرف علیحدہ علیحدہ وقتوں میں عمل کرے تو ڈنڈوں اَ ی اور اً ی کو اس قابل ہونا چاہیے کہ تناؤ اور دباؤ دونوں کا علیحدہ علیحدہ مقابلہ کر سکیں۔

(مشاہدے سے) یہ معلوم ہوتا ہے کہ تُند ترین ہوائیں جو عام طور پر چلتی ہیں انتصابی سطح کے فی مربع فٹ ۴۰ پونڈ کا اُفقی دباؤ لگاتی ہیں۔ لیکن یہ دباؤ سیالی دباؤ ہوتا ہے اس لیے کسی سطح پر بھی عمادی ہوگا اور ذیل کی نسبت میں جو ھٹن (Hutton) کے تجربات سے ماخوذ ہے تحویل ہو جائیگا :-

وَ = ہوا کے اُفقی دباؤ کی حدّت پونڈوں میں انتصابی سطح کے فی مربع فٹ۔

= تقریباً ۴۰ پونڈ اعظم قیمت انگلستان میں، اور جہاں تک تحریری سند موجود ہے ہندوستان میں بھی۔

وَن = ہوا کے دباؤ کی حدّت ایسی سطح پر جو ہوا کی سمت سے زاویہ عہ بنائے یعنی جس کا ڈھال عہ ہو۔

= وَ (جب عہ)^(۱٫۸۴ جم عہ - ۱) . . . . (۱)

یہ معلوم ہونا چاہیے کہ دباؤ وَ ماحرکیاتی دباؤ ہے اور دباؤ وَن ایک سادہ سکونیاتی دباؤ کے معاول ہے اور (اُستوار اجسام کی) سکونیات کے قاعدوں کے مطابق کسی سمت میں تحلیل ہو سکتا ہے ۔ اس طرح :-

وَن کا اُفقی جزوِ ترکیبی = وَن جم (۹۰° ـ عہ) = وَ (جب عہ)^۱٫۸۴ جم عہ
وَن کا انتصابی جزوِ ترکیبی = وَن جب (۹۰° ـ عہ) = وَ مم عہ (جب عہ)^۱٫۸۴ جم عہ } ...(۲)

چونکہ مقدار وَن اور اُس کے اُفقی اور انتصابی اجزائے ترکیبی کو جب ان کی حساب میں ضرورت ہو تحویل کرنا مشکل ہے اس لیے وَ = ۴۰ پونڈ فی مربع فٹ لے کر ذیل کی جدول حوالے کے لیے لکھی جاتی ہے :-

ڈھال عہ درجوں میں	حدتیں پونڈ فی مربع فٹ میں		
	عمادی دباؤ	عمادی دباؤ کے اجزائے ترکیبی	
		انتصابی	اُفقی
۵	۵٫۰	۴٫۹	۰٫۴
۱۰	۹٫۷	۹٫۶	۱٫۷
۲۰	۱۸٫۱	۱۷	۶٫۲
۳۰	۲۶٫۴	۲۲٫۸	۱۳٫۲
۴۰	۳۳٫۳	۲۵٫۵	۲۱٫۴
۵۰	۳۸٫۱	۲۴٫۵	۲۹٫۲
۶۰	۴۰	۲۰	۳۴٫۰
۷۰	۴۱	۱۴	۳۸٫۵
۸۰	۴۰٫۴	۷	۳۹٫۸
۹۰	۴۰	۰	۴۰

۱۱۷۔ انتصابی اور عمادی بوجھ —— اوپر (دفعہ ۱۱۶) سے نتیجہ نکلتا ہے کہ چھت قینچی کا بوجھ قدرتی طور پر دو حصوں میں تقسیم ہو جاتا ہے :

(۱) انتصابی بوجھ (۲) عمادی بوجھ

"انتصابی بوجھ" میں مستقل بوجھ (یعنی چھت کی پوشش اور ڈھانچے کا وزن) اور اتفاقی بوجھ کا ایک حصّہ (یعنی جذب شدہ بارش اور برف کا وزن) شامل ہیں۔ "عمادی بوجھ" صرف ہوا کی وجہ سے ہے۔

اس کے بعد دکھایا جائیگا (دیکھو طریقہ ۲- مرحلہ ۲) کہ ان دو بوجھوں کی وجہ سے پیدا ہونے والے زوروں کا تخمینہ علیحدہ طور پر کرنے میں آسانی ہے۔

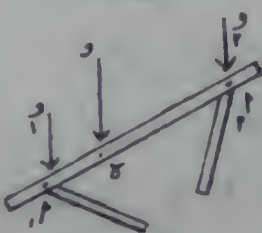
۱۱۸- **بوجھ کی تقسیم** —— یہ بوجھ قینچی کے ڈنڈوں کے اوپر حسب ذیل طور پر منقسم ہیں :—

(۱) بوجھ کا بڑا حصّہ یعنی چھت کی پوشش، صدر کڑیوں، بارش، برف اور مزدوروں کا وزن اور نیز ہوا کا دباؤ صورتِ حال کی نوعیت ہی کی وجہ سے عموماً صدر کڑیوں پر منقسم رہتا ہے۔

(۲) ایک چھوٹا حصّہ یعنی بندھن ڈنڈے، چھت گیری، پنکھوں، لیمپوں وغیرہ کا وزن عموماً بندھن ڈنڈے پر منقسم رہتا ہے۔

(۳) ایک مقابلۃً غیر اہم حصّہ یعنی خود ڈنڈوں کا وزن ہر ڈنڈے پر منقسم رہتا ہے۔ اس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ جن بوجھوں پر عام طور پر غور کرنے کی ضرورت ہوتی ہے وہ صرف صدر کڑیوں یا بندھن ڈنڈوں پر کے منقسم بوجھ ہیں۔

۱۱۹- لیکن اصلی بوجھ کسی طرح لگے ہوں یا منقسم ہوں، ابتدائی مفروضے کی رُو سے "جوڑوں پر کا معادل بوجھ" (دیکھو دفعات ۱۱۵، ۱۱۶) اُسی طرح معلوم ہو سکتا ہے جیسے کہ ابتدائی سکونیات میں اُستوار شہتیر کی صورت میں سہاروں پر دباؤ۔ مثلاً

شکل ۱۱۱

عام صورت :- اگر کسی دو جوڑوں ا اور ا کے درمیان بعض یا کُل بوجھوں کا (جو عام طور پر انتصابی یا عمادی جیسی کہ صورت ہو ہوتے ہیں) حاصل و ہو تو چونکہ (ابتدائی مفروضے کی رُو سے)

$ا_1 ا_2$ ایک استوار سلاخ سہاروں $ا_1$ اور $ا_2$ پر آزادانہ ٹکی ہوئی تصور کی جائیگی۔ اس لیے اگر $و$ کی وجہ سے $ا_1$ اور $ا_2$ پر دباؤ $و_1$ اور $و_2$ ہوں اور $و$ کا خطِ عمل $ا_1 ا_2 (= ل)$ کو اس طرح قطع کرے کہ $ا_1 ک = لاَ$ اور $ا_2 ک = لاً$ تو بیرم کے اصول سے :

$$ا_1 \text{ پر کا دباؤ} : ا_2 \text{ پر کا دباؤ} : و = ا_2 ک : ا_1 ک : ا_1 ا_2$$

$$\left.\begin{aligned} &\text{یعنی } ا_1 \text{ پر کا دباؤ (} و \text{ کی وجہ سے)} = و_1 = \frac{ا_2 ک}{ا_1 ا_2} \cdot و = \frac{لاً}{ل} و \\ &\text{اور } ا_2 \text{ پر کا دباؤ (} و_2 \text{ کی وجہ سے)} = و_2 = \frac{ا_1 ک}{ا_1 ا_2} \cdot و = \frac{لاَ}{ل} و \end{aligned}\right\} \cdots (۳)$$

اسی طرح $ا_1 ا_2$ کے درمیان دوسرے بوجھوں کی وجہ سے $ا_1$ اور $ا_2$ پر کے دباؤ معلوم ہوسکتے ہیں۔ یہ دباؤ ظاہر ہے کہ مماثل بوجھوں کے متوازی ہونگے۔

اگر (جیسا کہ عام طور پر ہوتا ہے) $ا_1 ا_2$ پر کے اکثر یا تمام بوجھ متوازی ہوں تو ان سے متوازی قوتوں کا ایک نظام بنتا ہے اور ان کی وجہ سے $ا_1$ اور $ا_2$ پر کے دباؤ ابتدائی سکونیات کی متوازی قوتوں کے نظام کے اصولوں سے معلوم ہو سکتے ہیں۔

اس طرح اگر $ا_1$ اور $ا_2$ کے بیچ میں متوازی بوجھ $و_1، و_2، و_3 \ldots\ldots و_ن$ ہوں۔ جو $ا_1 ا_2$ کو قطعوں $(لاَ_1، لاً_1)، (لاَ_2، لاً_2)، \ldots\ldots (لاَ_ن، لاً_ن)$ میں قطع کریں تو

$$\text{بوجھوں کا حاصل } و = و_1 + و_2 + \ldots\ldots\ldots + و_ن$$

اور یہ حاصل اگر $ا_1 ا_2$ کو قطعوں $لاَ، لاً$ میں قطع کرے تو

$$\left.\begin{aligned} &ا_1 \text{ پر دباؤ} = \frac{\Sigma(لاً و)}{ل} = \frac{لاً}{ل} \cdot و \\ &\text{اور } ا_2 \text{ پر دباؤ} = \frac{\Sigma(لاَ و)}{ل} = \frac{لاَ}{ل} \cdot و \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots (۴)$$

اس عمل سے صرف ان بوجھوں سے پیدا ہونے والے $ا_1، ا_2$ پر کے دباؤ معلوم ہوتے ہیں جو $ا_1 ا_2$ کے بیچ میں ہوں۔ لیکن اسی طرح ان تمام سلاخوں پر کے بوجھوں کی وجہ سے $ا_1$ پر کا دباؤ معلوم ہوسکتا ہے جو $ا_1$ پر ٹکے ہوں اور اسی طرح $ا_2$ کے لیے۔

۱۲۰۔ **معمولی چھتوں پر استعمال** ــــ معمولی چھتوں میں یہ عمل دو لحاظوں سے بہت آسان ہوجاتا ہے :۔

(۱) یہ کہ جیسا پہلے سمجھایا گیا ہے قابلِ غور بوجھ صرف کڑیوں اور بندھن ڈنڈوں پر منقسم ہوتے ہیں ؛

(۲) یہ کہ یہ بوجھ جوڑوں پر راست نہ لگے ہوں تو عام طور پر یکساں منقسم ہوتے ہیں۔

ان دو وجوہ سے معمولی چھتوں میں کسی جوڑ پر کا دباؤ ذیل کے دو طریقوں میں سے کسی ایک میں آسانی سے بیان ہوسکتا ہے :۔

کسی جوڑ پر دباؤ = $\frac{1}{2}$ × متصل دو خانوں کا یکساں بوجھ

+ کوئی بوجھ جو اس جوڑ پر راست لگایا گیا ہو .... (۵)

= یکساں بوجھ متصل خانوں کے مرکز سے مرکز تک

+ جوڑ پر کا راست بوجھ اگر کوئی ہو .... (۵)

یہ دو مساواتیں آیندہ بار بار استعمال ہونگی اس لیے اس کی ضرورت نہیں کہ یہاں اُن کی مثالیں دی جائیں۔ طالب علم ان کے استعمال کی مثالوں کے لیے ذیل کی چھتوں میں سے کسی کی تحقیقات میں مرحلہ اول کا مطالعہ کرے۔ سیدھی کڑیوں کی متشاکل چھتوں کے لیے عام جملے دفعہ ۱۲۸ کے ختم پر ملینگے۔

۱۲۱۔ **سہاروں کے ردِّ عمل** ــــ قینچی کے سب سہاروں کی مزاحمتیں (یا "ردِّ عمل") مل کر، تعادل کے اصول کی رُو سے، چھت پر کے مجموعی بوجھ کے بالکل مساوی ہونگے۔

علٰحدہ علٰحدہ ردِّ عمل گزشتہ دفعات کے ضابطوں (۳) اور (۴) سے معلوم ہونگے۔ سہاروں کے ردِّ عمل سہاروں پر کے دباؤں کے مساوی اور مقابل ہونگے۔ متشاکل چھتوں کے لئے عام ضابطے دفعہ ۱۲۸ میں دیے گئے ہیں۔ یہاں یہ بتایا جاتا ہے کہ ظاہر ہے کہ متشاکل چھت میں جس پر بوجھ بھی متشاکل ہو ــــ

ردِّ عمل اَ یا اَ پر = مجموعی متشاکل بوجھ کا ½ ...... (۶)

۱۲۲۔ مرحلہ ۱ کی تنقیح ـــــ ذیل کی مساواتیں ضرور پوری ہوتی ہیں اور اس طرح جوڑوں پر کے بوجھ کی صحیح تقسیم کی ایک اچھی تنقیح ہوتی ہے جس کو ہرگز نظر انداز نہیں کرنا چاہیے :۔

"جوڑوں پر کے معادل بوجھوں" کا مجموعہ
نیز سہاروں کے ردِّ علموں کا مجموعہ } = مجموعی بوجھ (۷)

اس تنقیح کو متوازی قوتوں کے ہر نظام پر لگانا چاہیے یعنی انتصابی اور عمادی بوجھوں پر علیحدہ علیحدہ۔

۱۲۳۔ مرحلہ ۲ ـــــ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل۔

اس کے دو آسان طریقے ہیں۔ دونوں کی مثالیں دی جائینگی۔ اور دونوں اس قابل ہیں کہ ان میں زور ترسیمی عمل کے ذریعے یا علمِ مثلث کے ضابطوں کے ذریعے معلوم کیے جائیں۔

یہ طریقے (۱) تحلیل والا طریقہ (۲) کثیر الاضلاعی طریقہ ہیں۔

پہلے میں، ہر جوڑ پر بوجھ "قوتوں کے متوازی الاضلاع" کے بنیادی مسئلہ کے استعمال سے ہر اُس سلاخ کے متوازی تحلیل کیا جاتا ہے جو اس جوڑ پر ملتی ہے۔

دُوسرے میں، ایک کثیر الاضلاع کے ذریعے تمام قوتوں کو (بوجھ اور زور ہر جوڑ کے یکے بعد دیگرے) تعبیر کرکے "قوتوں کے کثیر الاضلاع" کے مسئلے کی رُو سے زور معلوم کیے جاتے ہیں۔

۱۲۴۔ ان طریقوں کی جزو اول و دوم میں پورے طور پر مثالیں دی جائینگی۔ ان کی سہولتیں مختصر طور پر لکھی جاتی ہیں :۔

(۱) (ابتدائی مفروضے کے تحت) دونوں نظری طور پر صحیح ہیں۔

(۲) دونوں میں زور ترسیمی طور پر اور عام ضابطوں کے ذریعے معلوم ہوسکتے ہیں۔ لیکن دوسرا در اصل ایک ترسیمی طریقہ ہے جس میں ہندسی عمل کی ضرورت

ہوتی ہے (اگرچہ اُسے باضابطہ پیمانہ پر کرنے کی ضرورت نہیں)۔

(۳) دونوں میں عمل کے ختم پر تحقیقات کے مرحلوں کی صحت کی ایک نظری طور پر کامل تنقیح ہے۔

(۴) پہلا طریقہ ترسیم کے لیے اتنا موزوں نہیں جتنا دوسرا۔ اور عمل کی غلطیاں اکٹھی ہو جاتی ہیں۔

(۵) پہلے طریقے سے معلوم ہونے والے زور وہ جزوی زور ہوتے ہیں جو ہر جوڑ پر جزوی بوجھ کی وجہ سے ہوتے ہیں۔ ہو سکتا ہے کہ کسی خاص سلاخ پر مجموعی زور معلوم کرنے کے لیے ایسے بہت سے جزوی زوروں کو جمع کرنا پڑے۔ چنانچہ کڑیوں کے نچلے قطعوں میں یہی صورت ہے۔ دیکھو طریقہ ۱ کی مثالیں۔

دوسرے طریقے سے معلوم ہونے والے زور ہر سلاخ کے مجموعی یا حاصل زور ہوتے ہیں یعنی جزوی زوروں کا جبری مجموعہ لازمی طور پر ہندسی عمل کے دوران ہی میں ہو جاتا ہے۔ دونوں طریقوں میں حاصل زوروں کے ضابطے ظاہر ہے کہ وہی ہوتے ہیں لیکن کسی جزوی زور کے نظر انداز ہو جانے کا دوسرے طریقے میں کم موقع ہے۔

(۶) زور کی نوعیت (یعنی تناؤ یا پچکاؤ) دوسرے طریقے میں زیادہ آسانی سے معلوم ہو جاتی ہے۔

(۷)۔ سادہ قینچیوں میں، خاص کر متشاکل بوجھ والی متشاکل قینچیوں میں دونوں طریقے تقریباً برابر آسان ہیں لیکن پیچیدہ قینچیوں میں (خاص کر کمان جلہ قینچیوں میں جن میں کڑیاں اور بندھن مختلف شکستہ ڈھالوں میں ہوتے ہیں) اور غیر متشاکل یا غیر متشاکل بوجھ والی قینچیوں میں علم مثلث والے جملے تکلیف دہ ہو جاتے ہیں اور ترسیمی طریقہ (یعنی دوسرا طریقہ) زیادہ آسان اور تیزی سے استعمال کے قابل ہوتا ہے۔ یہاں تک کہ اگر علم مثلث والے ضابطے مطلوب ہوں تو بھی اس میں زیادہ آسانی اور بھروسا ہوتا ہے کہ پہلے طریقے کو استعمال کرنے کے بجائے اولاً دوسرے طریقے کا ہندسی عمل کیا جائے اور اس سے مطلوبہ ضابطے حاصل کیے جائیں۔

(۸)۔ دوسرے طریقے کے ترسیمی حل سے ایک نگاہ میں سارے زور معلوم ہو جاتے ہیں۔

اِن وجوہ سے پہلے طریقے کی عام سفارش نہیں کی جاسکتی - اس کی مثالیں صرف دو بہت عام چھت قینچیوں کے لیے بوجھ کی سادہ ترین حالت کے تحت دی جائینگی - یعنی :-

مثال ۱ - متشاکل راج کھم قینچی، متشاکل انتصابی بوجھ کے تحت -

مثال ۲ - متشاکل رانی کھم قینچی، متشاکل انتصابی بوجھ کے تحت -

قینچی کی زیادہ مشکل شکلیں غیر متشاکل بوجھ کے تحت سب دوسرے طریقے سے حل کی جائینگی جس پر طالب علم کو خاص توجہ کرنی چاہیے - دیکھو طریقہ ۲ دفعہ ۱۴۰ -

۱۲۵ - بے فساد سلاخیں

ذیل کی کارآمد یادداشت بہت سی دقتوں سے بچائیگی - چھت قینچی میں بہت سی سلاخیں ہوں تو اکثر ہوتا ہے کہ بوجھ کی خاص تقسیموں کے تحت بعض سلاخوں پر زور بالکل نہیں پڑتا اور اس لیے فساد بھی واقع نہیں ہوتا - ان سلاخوں کو محض معائنے سے ذیل کے سادہ طریقے سے معلوم کر سکتے ہیں جس سے سکونیاتی تحقیقات میں بہت سی دقت سے بچ سکتے ہیں -

مثال — ایک بغیر بوجھ کے جوڑ م پر، جہاں صرف تین سلاخیں آ م، ب م، اَ م ملتی ہیں جن میں دو سلاخیں آ م، اَ م ایک ہی خطِ مستقیم میں ہیں، تعادل کے لیے ضروری ہے (آزاد جوڑوں کے مفروضے کے تحت) کہ آ م، اَ م کے زور مساوی اور مقابل ہوں (یعنی دونوں تناؤ یا دونوں دھکیل کے) اور یہ کہ سلاخ ب م بغیر زور کے ہو یعنی "بے زور سلاخ" ہو -

شکل ۱۲

نتیجۂ صریح — اس طرح کی "بے زور سلاخ" (بوجھ کی اس خاص حالت کے تحت) تعادل پر اثر کیے بغیر نکال لی جاسکتی ہے -

عملی نوٹ :۔

اگرچہ ایسی صورت میں سلاخ ب م تعادل کے نقطۂ نظر سے غیر ضروری معلوم ہوتی ہے لیکن اگر ا م، اَ م کے زور دھکیل کے ہوں اور جوڑ م درا اصل کسی طرح سے "آزاد" ہو جیسا کہ ابتدائی مفروضہ فرض کرتا ہے تو اِن کا تعادل غیر قایم ہوگا (دیکھو دفعہ ۱۰۵) اور قینچی پر کے بوجھ کی ذرا سی تبدیلی پر بھی فنا ہو جائیگا۔ اِس لیے عملی طور پر اگر ا م، اَ م کے زور دھکیل کے ہوں تو قینچی میں مطلوبہ صلابت پیدا کرنے کے لیے یا تو سلاخ ب م کا اضافہ کرنا چاہیے یا م کا "جوڑ" کافی اُستوار بنانا چاہیے۔

بے فساد سلاخوں کی مثالیں طریقہ ۲ کی مثالوں میں بار بار پیش آئینگی (مثلاً مثالیں ۴، ۶، ۷، وغیرہ، عمادی بوجھ کے تحت)۔

۱۲۶- دو سے زیادہ مجہول زوروں کو معلوم کرنے کا مسئلہ غیر معیّن ہے۔

اُستوار سلاخوں اور آزاد جوڑوں کے ابتدائی مفروضے کے تحت کسی جوڑ پر ملنے والی دو سے زیادہ سلاخوں میں اسی جوڑ پر کے بوجھ کی وجہ سے زور معلوم کرنے کا مسئلہ بالکل غیر معین ہے۔

یہ صاف ظاہر ہے کیونکہ جوڑ پر کی قوتوں کے (جو سب کی سب قینچی کے مستوی میں ہیں) نظام کے تعادل کی شرائط تعداد میں صرف دو ہیں یعنی :۔
"(قینچی کے مستوی میں) کسی دو سمتوں میں قوتوں کے اجزائے تحلیلی کے جبری مجموعے علیحدہ علیحدہ صفر ہونے چاہییں"۔

مثال۔۔۔ سادہ ترین صورت کے طور پر زوروں ب۱، ب۲، ب۳ پر

شکل ۱۳

غور کرو جو ایک انتصابی مستوی میں کے تین کھمبوں پر ٹکے ہوئے یا تین رسیوں سے سہارے ہوئے وزن و کی وجہ سے پیدا ہوں۔

فرض کرو کہ افق سے ایک ہی سمت میں ان سلاخوں کے دیے ہوئے میلان ع۱، ع۲، ع۳ ہیں اور بجوار انتصابی بوجھوں کو منفی سمجھو۔

تب اُس نقطہ پر کے تعادل کی جہاں ب۱، ب۲، ب۳ اور و ملتے ہیں ضروری اور کافی دو شرطیں یہ ہیں :-

ب۱ جب ع۱ + ب۲ جب ع۲ + ب۳ جب ع۳ - و = ۰ (۸)

ب۱ جم ع۱ + ب۲ جم ع۲ + ب۳ جم ع۳ = ۰ (۹)

ظاہر ہے کہ یہ مساواتیں تین مقداروں ب۱، ب۲، ب۳ کو معلوم کرنے کے لیے کافی نہیں۔

عملی نوٹ۔ یقیناً یہ مسئلہ قدرت میں دراصل غیر معین نہیں کیونکہ ہر ایک سلاخ پر کے زور کی مقدار جوڑ کی نوعیت پر اور سلاخوں یا رسیوں کے مادّہ کی لچک پر منحصر ہے۔ اس طرح اگر یہ باتیں معلوم ہوں تو یہ مسئلہ نظری طور پر قابلِ حل ہونا چاہیے اگرچہ جیسا کہ کہا گیا ہے (دفعہ ۱۱۳) کہ یہ مسئلہ علم کی موجودہ حالت میں حل نہیں کیا جا سکتا۔

لیکن چونکہ ابتدائی مفروضے کے تحت مسئلہ غیر معین ہے اس لیے کچھ اور شرائط (بشرطیکہ وہ آپس میں ایک دوسرے کی اور تعادل کی دو دی ہوئی شرائط کی تردید نہ کریں) اختیار کرلی جا سکتی ہیں جو شرائط کی کل تعداد کو دریافت طلب مقداروں (زوروں) کی تعداد کے مساوی بنا دیں۔

یہ مزید شرائط ہر خاص صورت میں آسانی کے لحاظ سے ہونگی۔ مثالیں آگے چل کر بیان کی جائینگی (طریقہ (۲) مثال ۱۰)۔

۱۲۷۔ عام ترقیم

ذیل کی ترقیم اس سارے باب میں استعمال کی جائیگی :-

(آئندہ آنے والی کوئی شکل دیکھو)

راس د کے دونوں طرف کے متشابہ یا تقریباً متشابہ واقع ہونے والے نقاط
ایک ہی حرف سے تعبیر کیے جائینگے۔ لیکن دائیں طرف والے ایک زبر اور بائیں طرف
والے دو زبر کے ساتھ۔
اس طرح اَ اور اً دایاں اور بایاں بیل پایہ تعبیر کرتے ہیں۔
د سے "راس" اور م سے بندھن سلاخ کا "درمیانی نقطہ" تعبیر
ہوتا ہے۔
کڑیاں اَ دَ اور اً دً، بندھن سلاخ اَ م اً
بیل پایوں سے شروع کرکے کڑیوں کے جوڑ دائیں اور بائیں طرف کے
لیے علی الترتیب اَ، بَ، جَ، وغیرہ، اور اً، بً، جً، وغیرہ، سے تعبیر
ہونگے۔
ڈھانچے کے نقشوں میں سلاخوں کو اس طرح تمیز کیا جائیگا:۔ تناؤ میں
ہوں تو باریک خط سے، پچکاؤ میں ہوں تو موٹے خط سے، خاص بوجھ کے
تحت بے بار ہوں تو نقطے دار خط سے (ہوا کے دباو کے تحت بے بار
سلاخوں کی مثالوں کے لیے دیکھو طریقہ ۲)۔
زور کے نقشوں میں بوجھوں اور ردِّ عملوں کو علی الترتیب موٹے اور باریک
خطوں سے تعبیر کیا گیا ہے۔
زور کے نقشوں میں زوروں میں یوں تمیز کی جائیگی: تناؤ کے زور کے
لیے باریک خط، پچکاؤ کے لیے موٹا خط۔
زور اس طرح ظاہر کیے گئے ہیں:۔
ت کڑی کے کسی حصے کا زور ظاہر کرتا ہے (ثابت کیا جائیگا کہ یہ دھکیل
ہے)۔
ھ، ہ تناؤ سلاخوں اور دوسری اُفقی یا تقریباً اُفقی سلاخوں کے زور ظاہر
کرتے ہیں (عام طور پر تنشی)
ک، ق سے راج اور رانی سلاخوں کے زور (عموماً تنشی) ظاہر ہوتے ہیں۔
س، ش سے داب روکوں یا رباطوں کے زور ظاہر ہوتے ہیں۔

ان حرفوں کے ساتھ لاحقوں کے اعداد ۱، ۲، ۳، ن، وغیرہ سے پہلی، دوسری، تیسری..... ن ویں سلاخ کے زور ظاہر ہوتے ہیں جن کو راس ی یا وسطی نقطہ ھ سے باہر کی جانب گنا جائے۔ اور ایک زبر یا دو زبر سے علی الترتیب دائیں جانب یا بائیں جانب کی سلاخوں پر کے زور مُراد ہوتے ہیں۔

نوٹ = باقی کی ترقیم زیادہ تر سیدھی کڑی کی متشاکل (یعنی معمولی) چھت کے لیے ہے۔

صدر کڑیوں کا ڈھال = عہ

بندھنوں کا ڈھال = عہَ

اَ ی یا اُ ی کڑی کا طول = ل (انچوں میں) یا لَ (فٹوں میں)

فضل = اَ اً = ۲ ج (فٹوں میں)

ی م = ارتفاع = ک (فٹوں میں)

دو قینچیوں کے درمیان خانے کا عرض = ض (فٹوں میں)

و = ایک قینچی کے اوپر چھت کا وزن (پونڈوں میں) جس کو یکساں منقسم فرض کیا گیا ہے (جیسا کہ فی الواقع عملاً ہوتا بھی ہے)۔ اس وزن میں کڑیوں کا اپنا وزن بھی شامل ہے۔

و = و کی حدت (پونڈ فی مربع فٹ میں) دیکھو دفعہ ۱۱۶ - (۱)

و۱ = گمری ڈنڈے اور روشن دانوں کا وزن (پونڈوں میں) اور کوئی اور بوجھ جو ایک قینچی گمری پر برداشت کرتی ہو۔

وَ = داب روکوں، رباطوں، راج سلاخوں، رانی سلاخوں، بندھن سلاخوں چھت گیریوں، لیمپوں، پنکھوں وغیرہ کا وزن (پونڈوں میں) جو ہر جوڑ پہ ایک قینچی کی بندھن سلاخ برداشت کرے۔

ن = ہر کڑی میں حصوں کی تعداد (عموماً مستقل ہوتی ہے)۔

فَ = ایک قینچی کے اُٹھائے ہوئے چھت کے حصے کے ایک جانب ہوا کا یکساں منقسم عمادی دباؤ (پونڈوں میں)۔

وَ = وَ کی حدت پونڈ فی مربع فٹ ہیں۔ چھت کی سطح پر عمود (دیکھو دفعہ ۱۱٦ کے ختم پر جدول)۔

۱۲۸۔ عام ضابطے۔ متشاکل اور سیدھی کڑی کی چھتوں کے لیے۔

(ذیل میں سے کوئی سی شکل دیکھو)۔

$$\left.\begin{array}{l} ل^2 = ج^2 + ک^2 \\ ل = ج \text{ قط } ء \\ ک = ج \text{ مس } ء \end{array}\right\} \quad (10)$$

$$\left.\begin{array}{l} \text{ مم } ء = \frac{ج}{ک} \\ \text{ قم } ء = \frac{ل}{ک} \\ \text{ قط } ء = \frac{ل}{ج} \end{array}\right\} \quad (11)$$

$$\left.\begin{array}{l} و = و \times ۲ \text{ ض } ل \\ وَ = وَ \times \text{ ض } ل \end{array}\right\} \quad (12)$$

اور اگر ہر ایک کڑی ن مساوی حصوں میں ہو تو ہر حصے پر یکساں انتصابی بوجھ $= \frac{و}{ن ۲}$ .... (۱۳)

بوجھ دار کڑی کے ہر حصہ پر یکساں عادی بوجھ $= \frac{وَ}{ن}$ .... (۱۴)

اس طرح "کڑیوں کے جوڑوں کے معادل بوجھوں" کے لیے اور ردّ عملوں کے لیے نتائج (دفعہ ۱۲۰، مساوات ۵ کی رُو سے):-

$$\text{معادل انتصابی بوجھ} = \left\{\begin{array}{l} \frac{و}{ن ۴} \text{ بیل پایوں } ا، اَ \text{ پر} \\ \frac{و}{ن ۲} + و_1 \text{ راس } د \text{ پر} \\ \frac{و}{ن ۲} \text{ تمام درمیانی جوڑوں } ب، بَ، ج، جَ \text{ وغیرہ پر} \end{array}\right\} \quad (15)$$

صرف کڑیوں پر کے بوجھ کی وجہ سے انتصابی ردِ عمل } $\frac{و + و_1}{۲}$ پیل پایوں اَ، اَ پر ...... (۱۶)

اس کا خیال رکھتے ہوئے کہ پیل پائے اَ یا اَ اور راس د کے درمیان (ن - ۱) جوڑ ہیں۔

دفعہ ۱۲۲ کی رُو سے جوڑوں پر کے بوجھوں کا حاصل جمع

$$= \frac{و}{۴ن} + (ن-۱)\frac{و}{۲ن} + (\frac{و}{۲ن} + و_1) + (ن-۱)\frac{و}{۲ن} + \frac{و}{۴ن} \quad (۷)$$

= مجموعی بوجھ $(و + و_1)$ = ردِ عملوں کا حاصل جمع

نوٹ۔ بندھن سلاخ پر کے انتصابی بوجھ کے لیے بھی اسی طرح کے نتائج ہوںگے۔

معادل ثمادی بوجھ { $\frac{وَ}{۲ن}$ راس د اور ایک پیل پائے اَ یا اَ پر ؛ $\frac{وَ}{ن}$ تمام درمیانی جوڑوں بَ، جَ، وغیرہ یا بَ، جَ، وغیرہ پر } (۱۷)

نیز ثمادی ردِ عملوں اَ پر ر، اور اَ پر رَ کے لیے دیکھو شکل $\frac{۱۶}{۵}$ (ج)۔ چونکہ ظاہر ہے کہ (سیدھی کڑی د اَ پر کے ہوا کے یکساں دباؤ کا) حاصل = وَ کڑی د اَ کے وسطی نقطے ما میں سے گزرتا ہے اور کڑی کے عمود کی سمت ماے میں ہے اس لیے دفعہ ۱۱۹ کی رُو سے

$$ر : رَ : وَ = اَے : اَے : اَ اَ$$

$$= (اَ اَ - اَے) : اَے : اَ اَ$$

$$= (۲ج - \frac{ل}{۲} قطعہ) : \frac{ل}{۲} قطعہ : ۲ج$$

$$= (۲ج - \frac{ج}{۲} قطعہ^2) : \frac{ج}{۲} قطعہ^2 : ۲ج$$

$$\therefore \left\{ \begin{array}{l} ر = وَ (۱ - \frac{۱}{۴} قطعہ^2) \\ رَ = وَ \times \frac{۱}{۴} قطعہ^2 \end{array} \right. \quad \text{------------} \quad (۱۸)$$

نیز (دفعہ ۱۲۲ کی رُو سے)

جوڑوں پر کے بوجھوں کا حاصل جمع $= \frac{وَ}{۲ن} + (ن-۱)\frac{وَ}{ن} + \frac{وَ}{۲ن}$

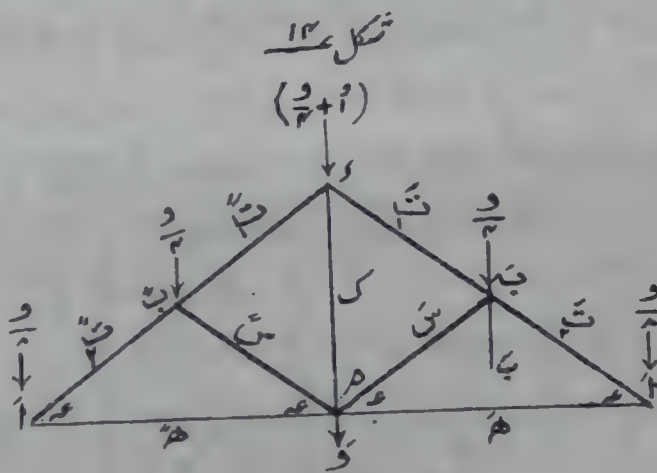
= مجموعی بوجھ وَ = ردِ عملوں کا حاصل جمع (ر + رَ) .... (۷)

طریقہ (۱) تحلیل والا طریقہ

**۱۲۹- ** جیسا کہ پہلے کہا گیا ہے (دفعہ ۱۲۳) یہ طریقہ صرف اُن چھت قینچیوں کے لیے استعمال کیا جائیگا جو بہت عام اور بہت سادہ بوجھ کے تحت ہوں مثلاً :-

مثال ۱- متشاکل راج کھم قینچی، متشاکل انتصابی بوجھ کے تحت -
مثال ۲- متشاکل رانی کھم قینچی، متشاکل انتصابی بوجھ کے تحت -
بیرونی بوجھ، صدر کڑیوں کو پچھاڑیوں کے ذریعے صرف جوڑوں پر لگائے ہوئے فرض کیے گئے ہیں - اس طرح صدر کڑیاں عرضی فساد کے تحت نہیں آتیں (دفعہ ۱۱۰) اور مسئلہ صرف راست زور معلوم کرنے کا ہے [دفعہ ۱۱۲ - (ا)]-

مثال ۱- متشاکل راج کھم قینچی، متشاکل انتصابی بوجھ کے تحت

تشکل ۱۴۲

۱۳۰- بیان :-
آ ء ، آ ء مساوی طول کی کڑیاں

اَ رَ = ل = اَ رَ

اَ اَ بندھن سلاخ، اُفقی ۔

فصل اَ اَ = ۲ ج ۔

د مر راج کھم، انقصابی بندھن سلاخ کی تنصیف مر پر کرتا ہے ۔

د مر = ک

مر بَ، مر بَ داب روک، کڑیوں کی تنصیف کرتے ہیں ۔ اس طرح

مر ب، مر بَ علی الترتیب اَ دَ، اَ دَ کے متوازی ہیں ۔

ترقیم ـــــ دیکھو دفعات ۱۲۷، ۱۲۸ ۔

نوٹ ۔ ڈھانچوں کی سلاخوں پر مجموعی یا حاصل زور ساتھ لگے ہوئے بڑے حروف سے اور متصل جوڑوں کے جزوی بوجھوں کی وجہ سے جزوی زور مائل چھوٹے حروف سے ظاہر کیے گئے ہیں ۔

۱۳۱ ۔ مرحلہ ۱ ۔ ہر جوڑ پر کا بوجھ

ـــــ اس مفروضے کے تحت (دفعہ ۱۱۳) کہ ہر سلاخ جوڑوں کے درمیان استوار ہے اور جوڑ بالکل آزاد ہیں، اور چونکہ کڑیوں کے حصے مساوی ہیں (اَ ب = ب د = د بَ = بَ اَ) اس لیے کڑی کے ہر حصے پر بوجھ، چھت کے پورے بوجھ کا $\frac{1}{4}$ ہے یعنی = $\frac{و}{4}$، نیز کڑی کے ہر جوڑ پر بوجھ کڑی کے متصلہ حصوں پر کے بوجھوں کا $\frac{1}{2}$ اور کوئی اور بوجھ جو راست لگایا گیا ہو ان کا مجموعہ ہے ۔ اس طرح مساوات (۵) دفعہ ۱۲۰ حاصل ہوتی ہے ۔

د پر بوجھ = $\frac{1}{2}$ (ب د اور د بَ پر کے بوجھ)

+ راست بوجھ $و_1$

$= \frac{1}{2}\left(\frac{و}{4} + \frac{و}{4}\right) + و_1 = \frac{و}{4} + و_1$

ب یا بَ پر بوجھ = $\frac{1}{2}$ (اَ ب اور ب د یا اَ بَ اور بَ د پر کے بوجھ)

$= \frac{1}{2}\left(\frac{و}{4} + \frac{و}{4}\right) = \frac{و}{4}$

اَ یا اَ پر بوجھ = $\frac{1}{2}$ (اَ ب یا اَ بَ کا بوجھ)

$= \frac{1}{2} \times \frac{و}{4} = \frac{و}{8}$

م پر بوجھ = ... وَ
نیز چونکہ چھت متشاکل ہے اور اس پر بوجھ بھی متشاکل ہے اس لیے سہاروں کے ردّ عمل قینچی پر کے مجموعی بوجھ کے نصف کے مساوی ہونگے یعنی

آ یا اً کا ردّ عمل = ½ (و + و + وَ)

ہر جوڑ پر جو بوجھ حاصل ہوا ہے اُس کی صحت کو جانچنے کے لیے ان سب کو جمع کرو۔ ظاہر ہے کہ ان کا حاصل جمع قینچی پر کے مجموعی بوجھ (و + و + وَ) کے مساوی ہونا چاہیے۔ یعنی مساوات (۷) دفعہ ۱۲۲ پوری ہونی چاہیے۔ یعنی جوڑوں پر کے بوجھوں کا مجموعہ = قینچی پر مجموعی بوجھ = سہاروں کے ردعملوں کا حاصل جمع۔ جو موجودہ صورت میں صحیح ہے۔ کیونکہ

و/۸ + و/۴ + (و/۴ + و) + و/۴ + و/۸ + وَ
= و + و + وَ
= (و + و + وَ)/۲ + (و + و + وَ)/۲

اِس جانچ کا استعمال ہرگز نہیں بھولنا چاہیے۔

نوٹ:۔ اس دفعہ کے سارے نتائج محض ابدال سے دفعہ ۱۲۸ کی مساوات (۱۵) اور (۱۶) سے حاصل ہو سکتے تھے۔ لیکن یہ بہتر خیال کیا گیا کہ طالب علم کے لیے ان کو اس مثال میں ابتدائی اُصولوں سے حاصل کیا جائے۔

۱۳۲۔ مرحلہ ۲۔ ہر جوڑ پر کے بوجھ کی تحلیل

(۱) جوڑ بَ پر:۔ بَ پر کا انتصابی بوجھ و/۴ دو مزاحمتوں سے سہارا گیا ہے یعنی سلاخوں آ بَ اور م بَ کی تَ اور مَ۔ یہ مزاحمتیں ظاہر ہے کہ دھکیل ہیں کیونکہ بوجھ دونوں سلاخوں کو دباتا ہے اور مساوی ہیں کیونکہ سلاخیں بوجھ کے ساتھ مساوی میلان رکھتی ہیں۔ نیز اُن کے انتصابی اجزائے تحلیلی کا مجموعہ سہارے ہوئے بوجھ و/۴ کے مساوی ہے یعنی

تَ جم بَ بَ آ + مَ جم بَ بَ م = ۲ تَ جم بَ بَ آ = ۲ تَ جب ۃ = و/۴

∴ تَ۲ = سَ = و/۸ قم ع .... (۱)

(۲) جوڑ بَ پر :— اسی طرح کے استدلال سے

تَ۲ = سَ = و/۸ قم ع (دونوں دھکیل) ...... (۱)

(۳) جوڑ م پر :—

داب روکوں ب م، بَ م کے مساوی دھکیل سَ، سَ راج کھم سے سہارے جاتے ہیں اور اس میں ایک انتصابی تنشی زور پیدا کرتے ہیں (کیونکہ ظاہر ہے کہ دونوں اُس کے نچلے سرے کو کھینچتے ہیں) یہ زور اُن کے انتصابی اجزائے تحلیلی کے مجموعہ کے مساوی ہوگا یعنی

= سَ جم ب م ء + سَ جم بَ م ءَ

= ۲ سَ جب ع = و/۴ ، (۱) کی رُو سے۔

یہ، اور راج سلاخ کے نچلے سرے سے بالراست لٹکنے والے وَ۱ سے پیدا ہونے والے تنشی زور مل کر راج سلاخ کا مجموعی تنشی زور بناتے ہیں :— یعنی

ك = و/۴ + وَ۱ .... (۲)

(۴) جوڑ ء پر :—

راج سلاخ کا زور ك اور ء پر کا راست بوجھ (و/۴ + و۱) مل کر ء کا مجموعی بوجھ = (ك + و/۴ + و۱) = (و/۲ + و۱ + وَ۱) دیتے ہیں جو سلاخوں ب ء، بَ ء کی دو مزاحمتوں تَ۱، تَ۱ سے سہارا جاتا ہے۔ یہ مزاحمتیں ظاہر ہے کہ دھکیل ہیں کیونکہ بوجھ دونوں کو دباتا ہے اور مساوی ہیں کیونکہ دونوں سلاخیں بوجھ سے مساوی میلان رکھتی ہیں۔ نیز ان کے انتصابی اجزائے تحلیلی کا مجموعہ سہارے ہوئے بوجھ (و/۲ + و۱ + وَ۱) کے مساوی ہے یعنی :—

تَ۱ جم م ء اَ + تَ۱ جم م ء اَ = ۲ تَ۱ جم م ء اَ = ۲ تَ۱ جب ع

= (و/۲ + و۱ + وَ۱)

∴ تَ۱ = تَ۱ = ۱/۲ (و/۲ + و۱ + وَ۱) قم ع .... (۳)

(۵) ب اَ، بَ اَ پر مجموعی زور —— اخیر کے دھکیل یعنی ء ب

اور د بَ کے تَ۲ اور تَ۲ ظاہر ہے کہ بغیر تبدیلی کے علی الترتیب سلاخوں بَ اَ اور بَ اَ پر منتقل ہو جاتے ہیں۔ اس طرح ان کے مجموعی دھکیل یہ ہو جاتے ہیں:-

$$\text{تَ}_{۲} = \text{تَ}_{۱} + \text{تَ}_{۲} = \frac{۱}{۲}\left(\frac{\text{و}}{۲} + \text{و}_{۱} + \text{وَ}_{۱}\right)\text{قم ع} + \frac{\text{و}}{۸}\,\text{قم ع}$$

$$\therefore\ \text{تَ}_{۲} = \text{تَ}_{۲} = \left(\frac{۳\,\text{و}}{۸} + \frac{\text{و}_{۱}+\text{وَ}_{۱}}{۲}\right)\text{قم ع} \quad \ldots\ldots\ldots (۴)$$

(۶) بندھن سلاخ پر زور۔ بَ اَ اور بَ اَ کے مجموعی دھکیل تَ۱ اور تَ۲ بندھن سلاخوں کے حصوں میں اُفقی تننشی زور ھَ، ھَ اور دیواروں پر اَ، اَ پر انتصابی دباؤ پیدا کرتے ہیں۔ بندھن سلاخوں کے حصوں کی اُفقی کھینچیں ھَ، ھَ علی الترتیب دھکیلوں تَ۲، تَ۲ کے اُفقی اجزائے تحلیل کے صریحاً مساوی ہونگے۔ اس طرح

$$\text{ھَ} = \text{تَ}_{۲}\ \text{جم ع}،\quad \text{ھَ} = \text{تَ}_{۲}\ \text{جم ع}$$

$$\therefore\ \text{ھَ} = \text{ھَ} = \left(\frac{۳\,\text{و}}{۸} + \frac{\text{و}_{۱}+\text{وَ}_{۱}}{۲}\right)\text{مم ع}\ \text{(۴) کی رُو سے} \quad \ldots\ldots (۵)$$

نوٹ۔ بندھن سلاخ کے حصوں کے اُفقی زوروں ھَ، ھَ کا مساوی ہونا پہلے ہی نظر آسکتا تھا کیونکہ نقطہ مر کے تعادل کے لیے یہ ضروری ہے۔ لہٰذا یہ عمل کی صحت کی ایک جانچ ہے۔

(۷) دیواروں پر انتصابی دباؤ۔ دھکیل تَ، تَ دیواروں پر اَ، اَ پر انتصابی دباؤ اپنے انتصابی اجزائے تحلیل کے مساوی پیدا کرتے ہیں یعنی

$$= \text{تَ}_{۲}\ \text{جب ع} = \text{تَ}_{۲}\ \text{جب ع} = \left(\frac{۳\,\text{و}}{۸} + \frac{\text{و}_{۱}+\text{وَ}_{۱}}{۲}\right)\ \text{(۴) کی رُو سے}$$

یہ اور $\frac{\text{و}}{۸}$ جو مرحلہ ۱ میں دکھایا گیا ہے کہ اَ، اَ پر راست پڑتا ہے مل کر اَ، اَ کا مجموعی انتصابی بوجھ دیتے ہیں۔

$$= \left(\frac{۳\,\text{و}}{۸} + \frac{\text{و}_{۱}+\text{وَ}_{۱}}{۲}\right) + \frac{\text{و}}{۸} = \frac{\text{و}+\text{و}_{۱}+\text{وَ}_{۱}}{۲}$$

= دیوار کا ردِّ عمل اَ یا اَ پر (دیکھو مرحلہ ۱) .... (۶)

یہ تساوی صریحاً ضروری ہے۔ اور اس سے اس تحقیقات کی

ایک قیمتی جانچ حاصل ہوتی ہے جس کا استعمال ہرگز نظر انداز نہیں کرنا چاہیے۔

۱۳۳۔ اصطلاحیں راج سلاخ، اور بندھن سلاخ ——

یہ خاص طور پر نظر آنا چاہیے کہ اس خاص قینچی میں اس مفروضے کے تحت کہ سلاخیں جوڑوں کے درمیان بالکل اُستوار اور تمام جوڑ بالکل آزاد ہیں، ان دونوں سلاخوں (راج سلاخ اور بندھن سلاخ) کے زور خالص تنشی ہیں۔ اس طرح دونوں سلاخیں "بندھن" ہیں۔ اور ان کی جگہ رسّی یا زنجیر لے سکتی ہے۔

یہ سلاخیں پہلے (اور اب بھی بعض وقت) علی الترتیب "راج کھم" اور "بندھن شہتیر" کہلاتی تھیں۔ لیکن چونکہ یہ غلط نام ہیں اور ان سے طالب علم کو ان کے زوروں کی نوعیت کے متعلق غلط فہمی کا احتمال ہے (کیونکہ "کھم" کے ساتھ کچلاؤ کا زور اور "شہتیر" کے ساتھ عرضی بوجھ وابستہ ہے) اس لیے ان اصطلاحوں کو ترک کر دینا مناسب معلوم ہوا۔

پھر بھی ناقص کاریگری کی وجہ سے یہ ممکن ہے کہ ڈھانچہ اس طرح بنایا جائے کہ "راج سلاخ" در اصل "کھم" کا کام کرے (اور اس طرح "راج کھم" کہلایا جا سکے) اور بندھن سلاخ کو وسط پر نیچے کی طرف دبائے جس کی وجہ سے بندھن سلاخ "شہتیر" بن جائے (اور "بندھن شہتیر" کہلایا جا سکے)۔ لیکن اس طرح کا ڈھانچا "قینچی" نہیں کہلایا جا سکتا اور اس طرح کی ساخت مسالے کی کفایت کے منافی ہے۔ یہ صرف ہنگامی تعمیروں کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے جن کو مقامی ضروریات کے لحاظ سے اَن رُتیائی لکڑی سے بنایا جائے جب کہ لکڑی کثرت سے ہو اور عمدہ نجاری دستیاب نہ ہو۔

۱۳۴۔ حوالے کے لیے دفعہ ۱۳۲ کے نتائج اکٹھے ——

سَ = سً = و/۸ قم ع (داب روکوں پر دھکیل) .... (۱)

کؔ = و/۴ + وَ۱ (راج سلاخ کا تناؤ) .... (۲)

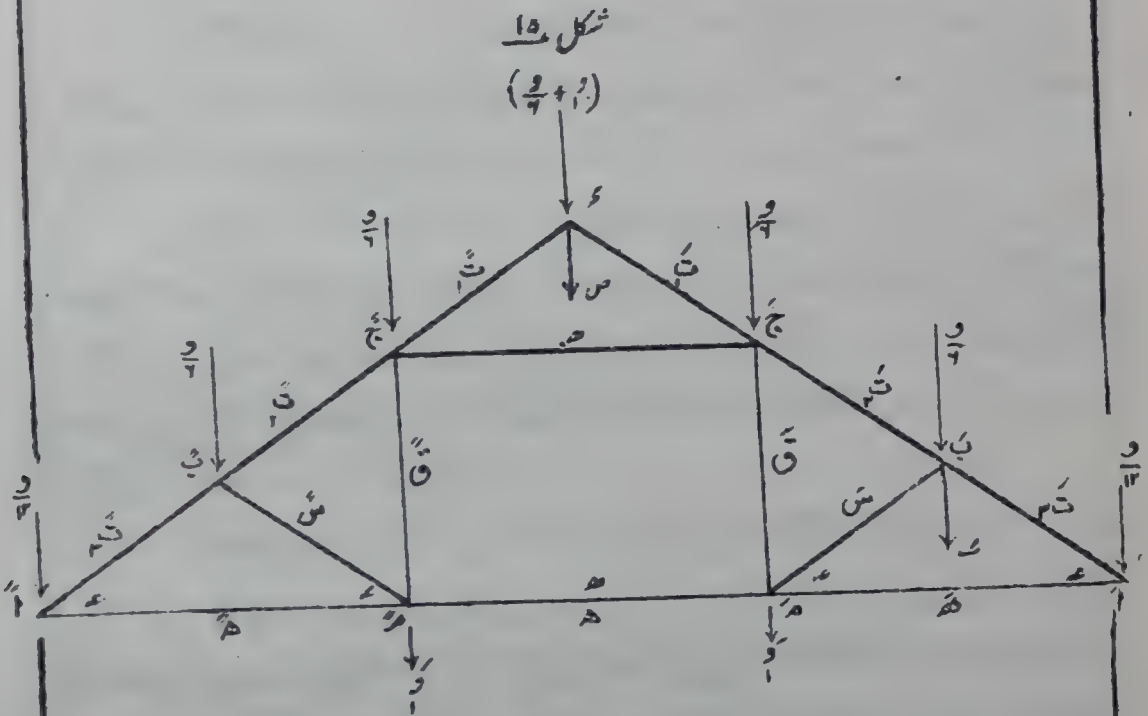
تَ۱ = تً۱ = ½ (و/۲ + و۱ + قَ) قم ع (کڑی کے اوپر کے حصوں کا دھکیل) (۳)

تَ۲ = تً۲ = (۳ و/۸ + (و۱ + قَ۱)/۲) قم ع (کڑی کے نچلے حصوں کا دھکیل) (۴)

ھَ = ھً = (۳ و/۸ + (و۱ + قَ۱)/۲) مم ع (بندھن سلاخ کا تناؤ) .... (۵)

دونوں دیواروں میں سے ہر ایک پر انتصابی دباؤ = $\frac{1}{2}$(و + و + و) ...... (۶)

مثال ۲ ۔ متشاکل رانی کھمبہ قینچی، متشاکل انتصابی بوجھ کے تحت ۔

شکل ۱۵

۱۳۵ ۔ بیان

اَ ء، اَ ء مساوی طول کی کڑیاں

اَ ء = ل = اَ ء

اَ اَ اُفقی بندھن سلاخ، فصل اَ اَ = ۲ ج

جَ مَ، جَ مَ رانی سلاخ، انتصابی اور مَ، مَ پر بندھن سلاخ کی تثلیث کرتے ہوئے ۔

جَ جَ بالائی بارکش شہتیر اُفقی ۔

مَ مَ زیرین بارکش چوکھٹ اُفقی ۔

بَ مَ، بَ مَ داب روک، جو بارکش شہتیر جَ جَ کے ساتھ کڑیاں

کی تثلیث ب، ج اور ب، ج پر کرتے ہیں۔ لہذا ب م، ب م علی الترتیب ا ا، ا ا کے متوازی ہیں۔

نوٹ:۔ دیکھو دفعہ ۱۱۴ کھلے ذوار بعۃ الاضلاع ج م م ج کے استعمال کے متعلق۔

ترقیم ــــ دیکھو دفعات ۱۲۷، ۱۲۸۔ مجموعی یا حاصل زور فریم کی سلاخوں کے ساتھ لکھے ہوئے بڑے حروف سے تعبیر ہوتے ہیں اور (صرف متصلہ جوڑوں کی وجہ سے) جزوی بوجھ کے جزوی زور متناظر چھوٹے حروف سے۔

نوٹ۔ دراصل بارکش شہتیر ج ج کے وزن کو (جو ج، ج پر عمل کرتا ہے) علیحدہ محسوب کرنا چاہیے لیکن بوجھ و کی تقسیم میں (جس کو ا، ا پر یکساں منقسم مانا گیا ہے دیکھو دفعہ ۱۲۷) بے قاعدگیوں کا ہونا ناگزیر ہے اور ان بے قاعدگیوں کے مقابلہ میں ج ج کا وزن اتنا کم ہوگا کہ اس کا علیحدہ حساب لگانا صرف پیچیدگی کا باعث ہوگا۔

۱۳۶۔ مرحلہ ۱۔ ہر جوڑ پر کا بوجھ ــــ

سابقہ مفروضے کے تحت (دفعہ ۱۱۳) کہ ہر سلاخ جوڑوں کے درمیان اُستوار ہے اور جوڑ بالکل آزاد ہیں، اور کڑیوں کے حصے مساوی ہونے کی وجہ سے کڑی کے ہر حصے پر بوجھ چھت کے مجموعی بوجھ کا $\frac{1}{6}$ ہے یعنی $= \frac{و}{6}$، نیز (مساوات (۵) دفعہ ۱۲۰) کڑی کا ہر جوڑ کڑی کے متصلہ جوڑوں کے بوجھ کا $\frac{1}{2}$ اور راست بوجھ اگر کوئی ہو برداشت کرتا ہے: اس لیے

$$د \text{ پر بوجھ} = \frac{1}{2} (\text{د ج اور د ج کا بوجھ}) + \text{راست بوجھ } و_1$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{و}{6} + \frac{و}{6}\right) + و_1 = \frac{و}{6} + و_1$$

$$\text{ج یا ج، ب یا ب پر بوجھ} = \frac{1}{2} (\text{کڑی کے دو حصوں کا بوجھ})$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{و}{6} + \frac{و}{6}\right) = \frac{و}{6}$$

$$\text{ا یا ا پر بوجھ} = \frac{1}{2} (\text{ا ب یا ا ب کا بوجھ})$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{و}{6} = \frac{و}{12}$$

$$\text{م یا م پر بوجھ} = و'$$

نیز چونکہ چھت متشاکل ہے اور اُس پر بوجھ بھی متشاکل ہے اس لیے سہارا د ل کے ردِّ عمل مجموعی بوجھ کے نصف، نصف ہونگے۔ یعنی

اَ یا اً کا ردِّ عمل = ½ (و + و۱ + ۲ وَ۱) = (و + و۱)/۲ + وَ۱

نیز جوڑوں کے بوجھوں کا حاصل جمع

= (و/۶ + و۱) + و/۶ × ۴ + و/۱۲ × ۲ + ۲ وَ۱

= و + و۱ + ۲ وَ۱ = مجموعی بوجھ

اور یہ جوڑوں کے بوجھوں کی صحت کی جانچ ہے (دیکھو مساوات ۷۔ دفعہ ۱۲۲)۔

نوٹ ۔ یہ نتائج دفعہ (۱۲۸) کی مساواتوں (۱۵) اور (۱۶) سے راست اخذ کیے جا سکتے ہیں لیکن طالب علم کو مشق کے لیے بہتر یہ ہے کہ ان کو ابتدائی اصولوں سے حاصل کرے۔

۱۳۷۔ مرحلہ ۲ ۔ ہر جوڑ پر کے بوجھ کی تحلیل —

(۱) جوڑ بَ پر — بَ پر کا انتصابی بوجھ و/۶، سلاخوں اَبَ اور مَبَ کی مزاحمتوں تَ۲ اور سَ سے سہارا جاتا ہے۔ یہ مزاحمتیں صریحاً دھکیل ہیں کیونکہ بوجھ دونوں سلاخوں کو دباتا ہے اور مساوی ہیں کیونکہ بوجھ سے مساوی میلان رکھتی ہیں، نیز ان کے انتصابی اجزائے تحلیلی کا مجموعہ اُن کے سہارے ہوئے بوجھ و/۶ کے مساوی ہے۔ یعنی

(تَ۲ جم بَ بَ اَ + سَ جم بَ بَ مَ) = ۲ تَ۲ جم بَ بَ اَ = ۲ تَ۲ جب ع = و/۶

∴ تَ۲ = سَ = و/۱۲ قم ع .... (۷)

(۲) جوڑ بً پر — اسی طرح کے استدلال سے

تً۲ = سً = و/۱۲ قم ع (دونوں دھکیل) .... (۷)

(۳) جوڑ مَ یا مً پر — داب روکوں کے دھکیل سَ، سً بارکش چوکھٹ مَ مً پر اُفقی دھکیل اور رانی سلاخوں پر انتصابی تنشی زور پیدا کرتے ہیں۔

بارکش چوکھٹ کے یہ اُفقی دھکیل جو دھکیلوں سَ، سً سے پیدا ہوتے ہیں صریحاً علی الترتیب سَ، سً کے اُفقی اجزائے تحلیلی کے مساوی

ہیں یعنی سَ جم ءہ اور سً جم ءہ یا (۷) کی رُو سے

ھ = $\frac{و}{۱۲}$ مم ءہ دونوں صورتوں میں .... (۸)

نوٹ۔ دھکیلوں سَ، سً سے بارکش جو کھٹ کے ان اُفقی دھکیلوں کا مساوی ہونا پہلے نظر آسکتا تھا کیونکہ یہ مَ مً کے تعادل کے لیے ضروری ہے۔ اور اس طرح یہ اب تک کے عمل کی ایک جانچ ہے۔

داب روکوں کے دھکیلوں سَ، سً کی وجہ سے رانی سلاخوں میں انتصابی تنشی زور ان دھکیلوں کے انتصابی اجزائے تحلیلی کے یعنی علی الترتیب سَ جب ءہ اور سً جب ءہ کے مساوی ہونگے اور یہ دونوں (۷) کی رُو سے = $\frac{و}{۱۲}$

یہ انتصابی تنشی زور (جو داب روکوں کے نیچے کے دھکیلوں سے پیدا ہوتے ہیں) اور مَ یا مً پر کے راست بوجھ وَ۱ مل کر رانی سلاخوں کے پورے تنشی زور دیتے ہیں۔ اس طرح ــــ

قَ = قً = $\frac{و}{۱۲}$ + وَ۱ .... (۹)

(۴) جوڑ جَ یا جً پر ــــ رانی سلاخوں کے تنشی زور قَ، قً نقطوں جَ، جً پر کھنچاؤ قَ یا قً پیدا کرتے ہیں جو راست بوجھوں $\frac{و}{۶}$ (دیکھو مرحلہ ۱) کے ساتھ مل کر جَ یا جً کا مجموعی بوجھ دیتے ہیں۔ یہ

= ($\frac{و}{۶}$ + قَ یا قً) = $\frac{و}{۶}$ + $\frac{و}{۱۲}$ + وَ۱ = $\frac{و}{۴}$ + وَ۱

جَ پر کا انتصابی بوجھ سلاخوں بَ جَ، جً جَ کی مزاحمتوں تَ۲، ھ سے سہارا جاتا ہے۔ یہ دونوں مزاحمتیں دھکیل ہیں کیونکہ بوجھ دونوں سلاخوں کو دباتا ہے اور چونکہ جَ پر تین زور ($\frac{و}{۴}$ + وَ۱)، تَ۲، ھ تعادل میں ہیں اس لیے اِن میں سے ہر ایک باقی کے دو کے درمیان کے زاویہ کی جیب کے تناسب ہے یعنی

($\frac{و}{۴}$ + وَ۱) : تَ۲ : ھ = جب اَ جَ جً : جب جً جَ مَ : جب اَ جَ مَ

= جب ءہ : ۱ : جم ءہ

∴ تَ۲ = ($\frac{و}{۴}$ + وَ۱) قم ءہ = تً۲ (اسی طرح کے استدلال سے) ...... (۱۰)

اور ھ = ($\frac{و}{۴}$ + وَ۱) مم ءہ .... (۱۱)

نوٹ ۔ یہ خاص طور پر معلوم ہونا چاہیے کہ یہ اخیر کا زور جو بارکش شہتیر جَ جً کا حاصل دھکیل ہے یعنی دھکیل کی تناؤ کے اوپر زیادتی ہے ۔ (دھکیل اس طرح حاصل ہوتا ہے کہ جَ جً کو زیرین قینچی ا جَ ، جً اَ کا بارکش شہتیر سمجھ کر قینچی پر کے پورے بوجھ کی وجہ سے دھکیل معلوم کیا جائے) ۔ اور تناؤ اس طرح کہ جَ جً کو چھوٹی قینچی جَ ء جً کا بندھن سلاخ سمجھا جائے ۔ اس میں یہ فرض کیا گیا ھے کہ قینچی کی ساخت ایسی ہے کہ دراصل ایک ھی سلاخ جَ جً پر دونوں زور پڑتے ہیں ۔

لیکن اگر (جیساکہ اکثر ہوتا ہے) قینچی کی ساخت ایسی ہو کہ ایک سلاخ جَ جً قینچی جَ ء جً کی بندھن سلاخ ہو اور ایک اور سلاخ جً جً زیرین قینچی اَ جَ جً اَ کا بارکش شہتیر ہو تو دونوں کے زور علحدہ اس طرح معلوم کرنے پڑینگے :۔

(۱) قینچی جَ ء جً ایک یکساں بوجھ $\frac{و}{۶}$ کڑی کے ہر حصہ پر اور ایک بوجھ $و_۱$ راست اپنے راس ء پر اٹھاتی ہے ۔ یہ معمولی مفروضے کے تحت (اُستوار سلاخیں اور آزاد جوڑ) جوڑوں پر ذیل کے بوجھوں کے معادل ہیں :—

ء پر $\left(\frac{و}{۶} + و_۱\right)$ ، اور جَ اور جً پر $\frac{و}{۱۲}$ ۔

یہ دکھایا جا سکتا ہے (مندرجۂ ذیل فقرۂ ۵) کہ ء پر کا بوجھ $\left(\frac{و}{۶} + و_۱\right)$ کڑیوں ء جَ ، ء جً میں دھکیل $تَ_۱$ ، $تً_۱$ پیدا کرتا ہے جہاں

$$تَ_۱ = \left(\frac{و}{۱۲} + \frac{و_۱}{۲}\right) قم ء = تً_۱ \quad \ldots\ldots\ldots (۱۲)$$

نیز یہ دھکیل ، بندھن سلاخ جَ جً میں اُفقی تناؤ پیدا کرتے ہیں جو ان کے افقی اجزائے تحلیلی کے مساوی ہوتے ہیں ۔ یعنی قینچی جَ ء جً کی بندھن سلاخ جَ جً کا تناؤ

$$ھ = تَ_۱ جم ع = تً_۱ جم ع = \left(\frac{و}{۱۲} + \frac{و_۱}{۲}\right) مم ع \quad \ldots\ldots (۱۱ - ا)$$

اور نیز نچلی قینچی کے جوڑوں جَ ، جً پر انتصابی دباؤ پیدا ہوتے ہیں جو ان دھکیلوں کے انتصابی اجزائے تحلیلی کے مساوی ہوتے ہیں یعنی

(ء پر کے بوجھ کی وجہ سے) جَ ، جً پر انتصابی دباؤ

= تَ جب ء = تَ جب ء = ($\frac{و}{۱۲}$ + $\frac{و}{۲}$)

(۲)۔ اس طرح نچلی قینچی کے جوڑوں جَ، جً پر مجموعی بوجھ یہ ہوگا $\frac{و}{۶}$ (راست بوجھ، دیکھو مرحلہ ۱) + قَ یا قً (رانی سلاخ کا تناؤ) + ($\frac{و}{۱۲}$ + $\frac{و}{۲}$) جو ابھی دکھایا گیا ہے کہ ء سے کڑیوں، جَ، جً کے ذریعے منتقل ہوتا ہے (اس وجہ سے کہ اوپر کی قینچیاں جَ، جً زیرین آ جَ جً آ سے علیحدہ اور آزاد ہیں)

اس طرح نچلی قینچی اَ جَ جً اً کے جوڑوں جَ جً پر مجموعی بوجھ

= $\frac{و}{۶}$ + ($\frac{و}{۱۲}$ + وَ) + ($\frac{و}{۱۲}$ + $\frac{و}{۴}$) = $\frac{و}{۳}$ + $\frac{و}{۲}$ + وَ

نیز یہ بوجھ بارکش شہتیر اور کڑیوں میں ذیل کے زور پیدا کریگا :۔

زیرین قینچی کے بارکش شہتیر میں دھکیل ھ = ($\frac{و}{۳}$ + $\frac{و}{۲}$ + وَ) قم ء .... (۱۱ ب)

کڑی جَ بَ یا جً بً میں دھکیل یعنی تَ یا تً = ($\frac{و}{۳}$ + $\frac{و}{۲}$ + وَ) قم ء ...... (۱۳)

نوٹ۔ اب نظر آئیگا کہ اس طریقے سے حاصل شدہ نتائج (۱۲) اور (۱۳) فقروں (۵) اور (۶) کے نتائج (۱۲) اور (۱۳) کے عین مطابق ہیں۔ نیز یہ کہ فقرہ (۴) میں جَ جً کے حاصل دھکیل ھ کی جو قیمت حاصل ہوئی ہے وہ ھ کی زیادتی ھ پر ہے۔ یعنی سلاخ جَ جً زیرین قینچی کے لیے بارکش شہتیر کا اور بالائی قینچی کے لیے بندھن سلاخ کا کام دیتی ہے۔

ھ - ھ = ($\frac{و}{۳}$ + $\frac{و}{۲}$ + وَ) قم ء - ($\frac{و}{۱۲}$ + $\frac{و}{۲}$) قم ء

= ($\frac{و}{۴}$ + وَ) قم ء = ھ .... (۱۱)

نوٹ۔ دونوں طریقوں سے حاصل ہونے والے نتائج (۱۱)، (۱۲)، (۱۳) کی مطابقت تفصیل سے اس لیے بیان کی گئی ہے کہ طالب علم دونوں طریقوں میں خلط ملط کر سکتا ہے۔ اس مشکل سے اس طرح بچ سکتے ہیں کہ ذیل کے دو مفروضوں کو ذہن میں رکھیں :۔

(۱) (جیسا کہ متن میں اختیار کیا گیا ہے) سلاخ جَ جً اس طرح واقع ہوئی ہے کہ زیرین قینچی کے لیے بارکش شہتیر کا اور بالائی قینچی کے لیے بندھن سلاخ کا کام دیتی ہے۔

(۲) (جیسا کہ باریک خط کے نوٹ میں اختیار کیا گیا ہے) نچلی قینچی کے لیے ایک بارکش شہتیر جَ جً ہے۔ اور اوپر کی قینچی کے لیے ایک علیحدہ بندھن سلاخ جَ جً ہے اور اس طرح یہ دونوں قینچیاں بالکل ایک دوسری سے بے تعلق ہیں۔

طالب علم ان نتائج کا کثیرالاضلاعی طریقے سے مقابلہ کریں (طریقہ ۲ مثال ۱۰) ——

(۵) جوڑ ا پر —— ا پر کا بوجھ (و/۶ + وَ) سلاخوں ا جَ، ا جً کی مزاحمتوں تَ، تً سے سہارا جاتا ہے ۔ یہ مزاحمتیں دھکیل ہیں کیونکہ بوجھ دونوں کو دباتا ہے اور مساوی ہیں کیونکہ بوجھ سے مساوی میلان رکھتی ہیں نیز ان کے انتصابی اجزائے تحلیلی کا مجموعہ سہارے ہوئے بوجھ کے مساوی ہے ۔ اس طرح

(تَ جم ص ا آ + تً جم ص ا آ) = ۲ تَ جم ص ا آ = ۲ تَ جب ع = و/۶ + وَ

∴ تَ = تً = (و/۱۲ + وَ/۲) قم ع .... (۱۲)

(۶) کڑی کے وسطی اور زیرین حصوں میں مجموعی زور —— دھکیل تَ، تً، حصوں میں د جَ، د جً سے کڑی جَ اَ اور جً اً کے سارے طول میں بغیر تبدیلی کے علی الترتیب منتقل ہوتے ہیں ۔ نیز دھکیل تَ، تً (دیکھو مساوات ۱۰) حصوں جَ بَ، جً بً کے ذریعے بغیر تبدیلی کے کڑی بَ اَ، بً اً پر علی الترتیب منتقل ہوتے ہیں ۔ اس طرح کڑی کے وسطی اور زیرین حصوں کے مجموعی دھکیل یہ ہو جاتے ہیں :—

تَ = تً = تَ + تَ = (و/۴ + وَ) قم ع + (و/۱۲ + وَ/۲) قم ع
= (و/۳ + وَ/۲ + وَ) قم ع .... (۱۳)

تَ = تً = تَ + تَ + تَ = و/۱۲ قم ع + (و/۴ + وَ) قم ع + (و/۱۲ + وَ/۲) قم ع
= (۵و/۱۲ + وَ/۱۲ + وَ) قم ع .... (۱۴)

(۷) بندھن سلاخ اً اَ پر زور —— بَ اَ، بً اً کے مجموعی دھکیل تَ، تً بندھن سلاخ کے حصوں اَ مَ، اً مً میں اُفقی منتشی زور ھَ، ھً اور دیواروں پر اَ، اً پر انتصابی دباؤ پیدا کرتے ہیں ۔ اُفقی کھنچاؤ ھَ، ھً ظاہر ہے کہ علی الترتیب تَ، تً کے اُفقی اجزائے تحلیلی کے مساوی ہیں ۔ اس طرح

ھَ = تَ جم ع، ھً = تً جم ع

∴ ھَ = ھً = (۵و/۱۲ + وَ/۲ + وَ) جم ع (۱۴) سے .... (۱۵)

نوٹ ۔ ھَ، ھً کو مساوی ہونا ہی چاہیے تھا کیونکہ پوری بندھن سلاخ کے

تعادل کے لیے یہ ضروری ہے۔ اس طرح ساری بندھن سلاخ میں ایک تناؤ ہے

$$ھَ = ھ = ھَ = \left(\frac{5}{12}و + \frac{و}{2} + وَ_1\right) مم عہ \quad .... (15)$$

یہ مساوات ایک طرح کی جانچ ہے۔

(۸) بندھن سلاخ کے بیچ کے حصے مَ مَ میں حاصل زور

ابھی سمجھایا گیا ہے کہ ساری بندھن سلاخ میں ایک تناؤ ھ $= \left(\frac{5}{12}و + \frac{و}{2} + وَ_1\right)$ مم عہ ہے۔ اور دکھایا گیا تھا کہ (داب روکوں کی وجہ سے) بارکش چوکھٹ مَ مَ میں ایک دھکیل ہ $= \frac{و}{12}$ مم عہ (مساوات (۸)) ہے۔ اب اگر کسی ڈھانچے میں داب روکوں کے پائے خود بندھن سلاخ پر ہوں اور اس کے حصہ مَ مَ پر داب روکوں کا دھکیل پڑے (کوئی علیحدہ زیرین بارکش شہتیر نہ ہونے کی وجہ سے) تو اس حصہ کا تناؤ ھ بقدر داب روکوں کے دھکیل ہ کے کم ہو جائیگا۔ اس طرح بندھن سلاخ کے بیچ کے حصے میں حاصل تناؤ

$$= ھ - ہ = \left(\frac{و}{3} + \frac{و}{2} + وَ_1\right) مم عہ \quad .... (16)$$

نوٹ - اس طرح کے ڈھانچے میں مَ مَ کا حاصل زور کم ہوتا ہے بمقابل اُس صورت کے کہ علیحدہ بارکش چوکھٹ استعمال کی جائے۔ اس طرح اس حصے کو ہلکا بنا سکتے ہیں اور اس کے علاوہ بارکش چوکھٹ کے نہ ہونے کی وجہ سے قینچی اور بھی ہلکی ہو جائیگی۔ بڑی قینچیوں میں یہ بہت اہم ہے (خاص کر آہن کاری میں)۔ لکڑی کی قینچیوں میں بندھن سلاخ کو عملاً ضرورت سے اتنا زیادہ موٹا رکھتے ہیں کہ ان میں اس کا کوئی فرق نہیں پڑتا۔

(۹) دیواروں پر کا انتصابی دباؤ

کڑی کے حصوں بَ اَ، بَ اَ کے دھکیل تَ، تَ دیواروں پر اَ، اَ پر انتصابی دباؤ اپنے انتصابی اجزائے تحلیلی کے مساوی پیدا کرتے ہیں یعنی

$$= تَ_2 جب عہ = تَ_2 جب عہ = \left(\frac{5}{12}و + \frac{و}{2} + وَ\right) \quad .... (14) \text{ سے}$$

اور مرحلہ ۱ میں دکھایا گیا ہے کہ اَ، اَ پر راست بوجھ $\frac{و}{12}$ پڑتا ہے۔ اس لیے یہ دونوں مل کر

$$\text{مجموعی انتصابی بوجھ اَ یا اَ پر} = \left(\frac{5}{12}و + \frac{و}{2} + وَ_1\right) + \frac{و}{12}$$

$$= \frac{و + و}{2} + وَ$$

$$= \text{ردِ عمل اَ یا اَ پر (دیکھو مرحلہ ۱)} \quad .... (17)$$

ظاہر ہے کہ ایسا ہونا ضروری ہے (دفعہ ۱۲۱)۔ اس سے ایک جانچ حاصل ہوتی ہے جس کو ہرگز نظر انداز نہیں کرنا چاہیے۔

۱۳۸۔ اصطلاحیں "راتی سلاخ" اور "بندھن سلاخ" ــــ راج کھم قینچی کے بیان میں جو باتیں راج سلاخ اور بندھن سلاخ کے متعلق کہی گئی ہیں وہ ان کے لیے بھی درست ہیں۔

۱۳۹۔ حوالے کے لیے دفعہ ۱۳۷ کے نتائج اکٹھے۔

سَ = سً = و/۱۲ قم ع (داب روکوں پر دھکیل) .... (۷)

ھ = و/۱۲ مم ع (بارکش چوکھٹ پر دھکیل) .... (۸)

قَ = قً = و/۱۲ + وَ۱ (راتی سلاخ کا تناؤ) .... (۹)

ھ = (و/۴ + وَ۱) مم ع (بارکش شہتیر پر حاصل دھکیل) ..... (۱۱)

تَ۱ = تً۱ = (و/۱۲ + و۱/۲) قم ع (کڑی کے اوپر کے حصوں پر دھکیل)... (۱۲)

تَ۲ = تً۲ = (و/۳ + و۱/۲ + وَ۱) قم ع (کڑی کے وسطی حصوں پر دھکیل)... (۱۳)

تَ۳ = تً۳ = (۵و/۱۲ + و۱/۲ + وَ۱) قم ع (کڑی کے نچلے حصوں پر دھکیل) (۱۴)

ھ = ھَ = ھً = (۵و/۱۲ + و۱/۲ + وَ۱) مم ع (صدر بندھن سلاخ کا تناؤ)... (۱۵)

ھ ـ ھ = (و/۳ + و۱/۲ + وَ۱) مم ع (صدر بندھن سلاخ کے وسطی حصے کا حاصل تناؤ)۔ (۱۶)

دونوں دیواروں میں سے ہر ایک پر انتصابی دباؤ

= (و + و۱)/۲ + وَ۱ .... (۱۷)

طریقہ ۲ یا "کثیر الاضلاعی" طریقہ

۱۴۰۔ قوتوں کا کثیر الاضلاع ــــ اس طریقے میں "قوتوں کے کثیر الاضلاع" کا مسئلہ بار بار استعمال میں آتا ہے۔ اس لیے اس مسئلے کو یہاں بیان کر دیا جاتا ہے :ــــ

(۱) "اگر ایک نقطے پر عمل کرنے والی قوتوں کا ایک نظام تعادل میں ہو اور ایک سلسلے میں ان قوتوں کو تعبیر کرتے ہوئے خطوط کھینچے جائیں (یعنی مقدار میں قوتوں کے متناسب اور سمتوں میں متوازی) تو ان خطوط سے ایک "بند کثیر الاضلاع" بنیگا"۔

(۲) اس کے برعکس — "اگر ایک نقطے پر عمل کرنے والی قوتوں کا ایک نظام تعادل میں ہو اور ایک سلسلے میں دو کے سوا سب قوتوں کو تعبیر کرتے ہوئے خطوط کھینچے جائیں اور پھر دو مزید خطوط کھینچ کر جو سمت میں ان دو قوتوں کے متوازی ہوں کثیر الاضلاع کو مکمل کیا جائے تو یہ دو خطوط اِن دو قوتوں کو پورے طور پر تعبیر کرینگے۔ یعنی مقدار اور سمت دونوں میں"۔

نوٹ۔ یہ خوب یاد رکھنا چاہیے کہ دوسرا مسئلہ صحیح نہیں اگر دو سے زیادہ قوتیں اخیر تک چھوڑ دی جائیں کیونکہ پھر کئی کثیر الاضلاع کھینچے جا سکتے ہیں (جیسا کہ خود آزمانے سے معلوم ہوگا) اور اس طرح کثیر الاضلاع غیر معین ہو جائیگا۔ یہ بالکل دفعہ ۱۲۶ کے اس بیان کے مماثل ہے کہ کسی جوڑ پر دو سے زیادہ مجہول زور معلوم کرنے کا مسئلہ غیر معین ہے۔

۱۴۱۔ ڈھانچہ نقشہ، زور نقشہ — اُوپر کے مسئلوں کو اس طرح استعمال کرتے ہیں:۔ یہ یاد ہوگا (دیکھو دفعہ ۱۲۴) کہ یہ طریقہ ترسیمی طریقہ ہے۔ پہلے پیمانے پر قینچی کا خاکہ کھینچ لینا چاہیے یہ "ڈھانچہ نقشہ" کہلاتا ہے۔ پھر ایک مزدوج نقشہ کھینچا جاتا ہے (جس کی ساخت ابھی سمجھائی جائیگی) جو بیرونی بوجھوں کے نظام اور قینچی کی سلاخوں کے زوروں کو تعبیر کرتا ہے۔ یہ نقشہ "زور نقشہ" کہلاتا ہے۔ "زور نقشے" کی ساخت دو مرحلوں پر مشتمل ہے جو دفعہ ۱۱۵ میں تفصیل سے بتائے ہوئے مرحلوں کے مماثل ہیں۔

مرحلہ ۱۔ "بوجھوں کے کثیر الاضلاع" کی ساخت جو جوڑوں کے معادل بوجھوں کو تعبیر کرے (دفعہ ۱۱۶ تا ۱۲۲ اور ۱۴۲)۔

مرحلہ ۲۔ ہر جوڑ پر کی قوتوں (یعنی بوجھوں اور زوروں) کے تعادل کو ایک بند کثیر الاضلاع سے تعبیر کر کے ان بوجھوں کی تحلیل (دفعہ ۱۲۳، ۱۲۴ اور ۱۴۳)۔

۱۴۲۔ مرحلہ ۱۔ بوجھوں کا کثیر الاضلاع — بیرونی

قوتوں کا نظام جو قینچی کی صورت میں جوڑوں پر کے معادل بوجھوں اور سہاروں کے ردِ عملوں پر مشتمل ہے تعادل میں ہے اس لیے ایک بند کثیر الاضلاع کے اضلاع سے تعبیر ہو سکتا ہے (دفعہ ۱۴۰، ۱)۔

اس لیے پہلا مرحلہ یہ ہے کہ ایک بند کثیر الاضلاع کھینچا جائے جو کسی پیمانے پر بیرونی قوتوں کے نظام کو تعبیر کرے (یعنی خطوط کا ایک سلسلہ جو قوتوں کے متوازی اور متناسب ہو)۔ یہ نقشہ "بوجھوں کا کثیر الاضلاع" کہلاتا ہے۔

نوٹ ۔ چھت قینچی کی صورت میں بیرونی قوتیں عموماً متوازی قوتوں کا ایک نظام ہوتی ہیں یعنی انتصابی بوجھوں کا ایک نظام جو تعمیر کے مختلف اجزا کے وزن ہوتے ہیں اور انتصابی ردِ عمل یا کڑیوں پر عمادی دباؤں کا ایک نظام (ہوا وغیرہ کی وجہ سے) اور عمادی ردِ عمل۔ اور ظاہر ہے کہ متوازی قوتوں کی صورت میں قوتوں کا کثیر الاضلاع صرف دو خطوط پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک دوسرے پر منطبق ہوتے ہیں۔ ان کو "بوجھ کا خط" کہا جا سکتا ہے۔

آگے آنے والی مثالوں میں اس کی بار بار تمثیل ہوگی۔ طالب علم "بوجھوں کا کثیر الاضلاع" کھینچنے کا طریقہ وضاحت سے معلوم کرنے کے لیے ان مثالوں میں سے کسی ایک کے مرحلہ ۱ کا فوراً مطالعہ کرے۔

آنکھ کو یہ صاف طور پر دکھانے کے لیے یہ دو منطبق خطوط ایک بند کثیر الاضلاع کی انتہائی شکل ہیں (جبکہ بوجھ اور ردِ عمل سب انتصابی یا سب عمادی ہوں) اس میں آسانی ہوگی کہ نقشے میں ردِ عملوں کو بوجھوں سے ذرا سا ہٹا کر کھینچا جائے تاکہ بظاہر بھی ایک بند کثیر الاضلاع نظر آئے (اگرچہ یاد رکھنا چاہیے کہ بوجھ اور ردِ عمل در اصل متوازی ہیں)

۱۴۳۔ مرحلہ ۲۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل —

قوتوں کے کثیر الاضلاع کے دوسرے مسئلہ (دفعہ ۱۴۰، ۲) کو اس طرح استعمال کیا جاتا ہے :-

ایک بند کثیر الاضلاع بوجھوں کے کثیر الاضلاع پر ایک سلسلے سے ہر جوڑ کے لیے (دونوں بیل پایوں سے شروع کرکے) کھینچا جائے جو ہر جوڑ پر کی تمام قوتوں کے نظام کو جو تعادل میں ہے تعبیر کرے (اس نظام میں بیرونی بوجھ، سہاروں کے ردِ عمل اور قینچی کی سلاخوں کے زور سب شامل رہینگے)۔

یہ پایا جائیگا کہ ایک جوڑ کا کثیر الاضلاع اُس کے بعد کے جوڑ کے کثیر الاضلاع کی ساخت میں مدد دیتا ہے اور زور کا مکمل نقشہ مشتمل ہوتا ہے ابتدا میں کھینچے ہوئے بوجھوں کے کثیر الاضلاع پر اور خطوں کے ایک جال پر جو ایک سلسلے میں ایک اصول پر کھینچے جاتے ہیں، اور مطلوبہ مجموعی یا حاصل زوروں کو اُسی پیمانے پر تعبیر کرتے ہیں جو بوجھوں کے کثیر الاضلاع کے لیے اختیار کیا گیا ہے۔ اور زور کا مکمل نقشہ کتنا ہی پیچیدہ کیوں نہ نظر آئے اُس کی ساخت کا اُصول ایک مرتبہ سمجھ لینے کے بعد نہایت سادہ اور آسان ہے۔

ہر سلاخ کے زور کی نوعیت (یعنی آیا تناؤ ہے یا پچکاؤ) نہایت سادہ طریقے پر ظاہر ہوتی ہے یعنی اُس سمت سے جس میں پنسل ان قوتوں کو ترتیب کے ساتھ کھینچتے وقت چلتی ہے۔ اس کے علاوہ زوروں کے مثلثی ضابطے "زور نقشے" سے آسانی سے نکل آتے ہیں (خواہ نقشہ پیمانے پر نہ ہی کھینچا جائے)۔

یہ سب ایک عام بیان کی نسبت مثالوں سے زیادہ اچھی طرح سمجھ میں آئیگا۔

۱۴۴۔ عمل کی تنقیح

"زور نقشے" کا ایک فائدہ یہ ہے کہ اگر پیمانے پر کھینچا جائے تو اس کی ایک تنقیح خود اس کے اندر موجود ہوتی ہے۔ یہ تنقیح دو حصّوں پر مشتمل ہے :-

پہلا :- اخیر سے ایک نقطہ پہلے کا "بند کثیر الاضلاع" عموماً اس طرح بند ہونا چاہیے کہ اُس کے بعض خطوط پہلے سے مقررشدہ نقطے پر ختم ہوں۔

دوسرا :- جب ایک کے سوا سب نقطوں کے "بند کثیر الاضلاع"

کھینچے جا چکیں تو یہ پایا جانا چاہیے کہ اُس اخیر نقطے کا "بند کثیر الاضلاع" بھی خود بخود کھنچ گیا ہے۔

اگر یہ دونوں شرطیں پوری نہ ہوں تو اس سے معلوم ہوگا کہ یا تو (۱) (ابتدائی مفروضے کے تحت) تعادل اس خاص لداؤ کے تحت ناممکن ہے یا (۲) تحقیقات میں غلطی ہوئی ہے اور یا (۳) نقشہ کھینچنے میں غلطی ہوئی ہے۔

اگر یہ دونوں شرطیں پوری ہو جائیں تو یہ اس کا ثبوت ہے کہ

(۱) تعادل ممکن ہے۔

(۲) تحقیقات صحیح ہے۔

(۳) نقشہ کشی صحیح ہے۔

۱۴۵۔ انتصابی بوجھ اور عمادی بوجھ کے لیے "زور نقشے"۔

جیسا کہ دفعہ ۱۱۷ میں کہا جا چکا ہے چھتوں پر کے بوجھ قدرتی طور پر دو قسموں میں بٹ جاتے ہیں (۱) انتصابی بوجھ (۲) عمادی بوجھ۔ اور دونوں پر ایک ہی وقت میں یہ طریقہ استعمال کرنے میں دقّت ہوتی ہے۔ اس لیے دو علیحدہ "زور نقشے" کھینچنے چاہییں یعنی ہر ایک نظام کے لیے ایک۔ چونکہ انتصابی بوجھ چھت پر عموماً متشاکل طور پر منقسم ہوتا ہے اور عمادی بوجھ صرف ایک جانب اس لیے یہ پایا جائیگا کہ انتصابی بوجھ کا "زور نقشہ" بہت آسان ہوتا ہے بہ نسبت عمادی بوجھ کے "زور نقشے" کے جو بعض وقت عجیب عجیب غیر متوقع شکلیں اختیار کرتا ہے۔ تاہم دونوں کی ساخت کا اصول ایک ہی ہے۔

نیز غیر متشاکل چھتوں میں ہوا کے دائیں طرف سے یا بائیں طرف سے چلنے میں زور مختلف ہونگے اس لیے علیحدہ "زور نقشے" کھینچنے پڑینگے۔

متشاکل چھتوں میں البتہ ایک "زور نقشہ" کافی ہوگا کیونکہ ہوا کی اضافت سے جن سلاخوں کے محل متشابہ ہوں اُن کے زور متشابہ ہونگے۔

۱۴۶۔ مجموعی عملی زور۔۔۔ (دیکھو دفعہ ۶)۔۔

"تجویز" کا بنیادی اصول ہے کہ تعمیر کا ہر جزو اُس بڑے سے بڑے
زور کو برداشت کرنے کے قابل ہو جو اس پر پڑ سکتا ہے اور "مستقل زوروں" کو
مستقل طور پر برداشت کرنے کے قابل ہو۔

اب اتفاقی بوجھ ہوا کی وجہ سے ہوتا ہے جو ایک وقت میں صرف
ایک طرف سے چلتی ہے اس لیے اس بوجھ کے اثرات یعنی زور عام طور پر
مقدار میں اور کبھی کبھی نوعیت میں بھی (یعنی تناؤ یا دھکیل) مختلف ہوتے
ہیں بمطابق اس کے کہ ہوا کس طرف سے چلتی ہے۔ اس طرح یہ زور بعض وقت
نوعیت میں مستقل زوروں سے بھی مختلف ہوتے ہیں۔

اس لیے ذیل کا اہم اصول بتایا جاتا ہے:-

کسی سلاخ کے لیے عملی زور اس طرح حاصل ہوتا ہے۔ "مستقل زور" میں وہ
"اتفاقی زور" جمع کیا جائے جو مستقل زور کی نوعیت کا ہو، یا اگر دونوں اتفاقی زور
مستقل زور کی نوعیت کے ہوں تو ان میں سے بڑا جمع کیا جائے، یا اگر دونوں مستقل زور سے
مخالف نوعیت کے ہوں تو صرف "مستقل زور"۔

بعض بہت ہلکی چھتوں کی استثنائی صورتوں میں، جن میں مستقل بوجھ
اور اتفاقی بوجھ مساوی تر ہوتے ہیں، یہ ہوسکتا ہے کہ بعض سلاخوں پر حاصل زور
یعنی "مستقل زور اور دونوں اتفاقی زوروں میں سے بڑے کا فرق" مستقل زور
کی مقابل نوعیت کا ہو۔ اس صورت میں ان سلاخوں کو اس طرح
تجویز کرنا چاہیے کہ دونوں نوعیتوں (تناؤ اور دھکیل) کے عملی زوروں کو برداشت
کر سکے۔ ان میں سے ایک مستقل زور کے اور دوسرا اُس حاصل زور کے مساوی ہے
جو ابھی بیان کیا گیا ہے۔

اس طرح کی مثالیں جن میں ایک تعمیر کے بعض حصے ایسے زور کو برداشت کرنے کے لیے
تجویز کیے جائیں جو کبھی تناؤ کا ہو اور کبھی کچلاؤ کا، بڑے گرڈروں میں اکثر پیش آتی ہیں۔ ان میں،
جیسا کہ بعد میں سمجھایا جائیگا، گرڈر کے وسط کے قریب کے رباط لڑھکنے والے یا زندہ بوجھ کے محل
کے مطابق کبھی تناؤ میں ہوتے ہیں اور کبھی پچکاؤ میں۔ چھت کی صورت میں زندہ بوجھ خود ہوا ہوتی
ہے۔

طریقہ ۲ کی مثالیں

۱۴۷- چونکہ مقصود یہ ہے کہ یہ کتاب طالب علموں کی درسی کتاب ہونے کے علاوہ ایک حوالے کی کتاب کا بھی کام دے اس لیے معمولی قسم کی کئی "چھت قینچیوں" کے لیے "زور نقشے" پیمانے پر کھینچے گئے ہیں اور ان کے ساتھ کافی عبارت جس سے وہ سمجھ میں آسکیں۔ ہر صورت میں عام ضابطے بھی دیے گئے ہیں۔

طالب علم کی توجہ خاص طور پر دفعہ ۱۲۷ کے ضمیمے کی طرف منعطف کرائی جاتی ہے جس میں "ڈھانچہ نقشوں" اور "زور نقشوں" کو حروف لگانے کا بو (Bow) کا طریقہ بتایا گیا ہے۔ اس کا فوراً مطالعہ کیا جائے۔

طالب علم کی آسانی کے لیے چند صورتوں میں (مثال ۱، ۲، ۵، ۱۰) زور نقشوں کی ساخت پورے طور پر سمجھائی گئی ہے۔ باقی میں صرف ضروری مرحلوں کا خاکہ دیا گیا ہے۔ طالب علم مثال ۱، ۲ کے طریقے پر اچھی طرح عبور حاصل کرلیں پھر باقی کو خود بنانے کی کوشش کریں اور کتاب کے مطبوعہ "زور نقشوں" کو صرف بطور ایک رہنما کے استعمال کریں۔

فصل ــــ "ڈھانچہ نقشہ" پر جو فصل لکھ دیا گیا ہے اس کو وہ فصل سمجھا جا سکتا ہے جس کے لیے یہ خاص قینچی موزوں ہے۔

چوبینہ اور لوہا ــ اشکال ۱۶، ۱۹، ۲۵ میں جن قینچیوں کی مثالیں ہیں وہ چوبینے کے لیے موزوں ہیں اور اشکال ۱۸ تا ۲۴ کی قینچیاں لوہے کے لیے۔

راست زور ــــ ان مثالوں میں فرض کیا گیا ہے کہ بیرونی بوجھ صدر کڑیوں پر پکھاڑی کے ذریعے صرف جوڑوں پر لگائے گئے ہیں۔ اس طرح صدر کڑیاں عرضی فساد کے تحت ہیں (دیکھو دفعہ ۱۱۰) اور مسئلہ صرف راست زور معلوم کرنے کا ہے (دیکھو دفعہ ۱۱۲ (۱))۔

عام ترقیم ــــ دیکھو دفعات ۱۲۷، ۱۲۸ -

قینچیوں کے عرصے، بوجھ، پیمانے، ڈھال ۔ مقابلے میں آسانی کے لیے کڑیوں کے ڈھال (ء)، قینچیوں کے درمیان عرصے (ب)، لداؤ کی حدت (و اور وَ) اور پیمانے اس طریقے کی تمام مثالوں میں ایک ہی لئے گئے ہیں ۔ اور یہ حسبِ ذیل ہیں :-

کڑیوں کا میلان ء = مس$^{-1}$ $\frac{۳}{۴}$ = تقریباً ۳۶° ۵۲َ اور یہ ایسا ہے کہ چھت کا "ارتفاع" (ک)، نیم فصل (ج) اور کڑی ل، وہ مشہور قائم الزاویہ مثلث بناتے ہیں جس کے اضلاع ہیں ک : ج : ل = ۳ : ۴ : ۵

اس طرح چھت کے ابعاد آسانی سے محسوب ہو سکتے ہیں۔

مم ء = $\frac{۴}{۳}$، قم ء = $\frac{۵}{۳}$، قطء = $\frac{۵}{۴}$، مم ۲ ء = $\frac{۷}{۲۴}$، قم ۲ ء = $\frac{۲۵}{۲۴}$

نیز ل = $\frac{۵}{۴}$ ج = $\frac{۵}{۸}$ × فصل (فٹوں میں)

قینچیوں کے درمیان عرصہ ب = ۱۰ فٹ ہر جگہ

انتصابی بوجھ کی حدت (و) یکساں ساری چھت کے لیے :-

۴۰ پونڈ فی مربع فٹ	چھت کا وزن	
۵ پونڈ 〃 〃	کڑیوں، پھاڑیوں وغیرہ 〃	∴ و = ۵۰ پونڈ فی مربع فٹ
۵ پونڈ 〃 〃	جذب شدہ بارش 〃	

قینچی کے راس پر بوجھ و جو گری ڈنڈا اٹھاتا ہے = ۱۰۰۰ پونڈ

بندھن سلاخ کے جوڑوں پر بوجھ وَ = ۲۰۰۰ پونڈ

ھوا کا دباؤ (دیکھو دفعہ ۱۱۶) ۴۰ پونڈ انتصابی سطح کے فی مربع فٹ جو معادل ہے وَ = ۳۰ پونڈ فی مربع فٹ اس چھت پر عادی طور پر جس کا ڈھال ء = ۳۶° ۵۲َ (دیکھو جدول دفعہ ۱۱۶ کے ختم پر)۔

اس طرح
$$\left.\begin{aligned} و &= ۵۰ \times ۱۰ \times ۲ ل = ۱۰۰۰ ل \text{ پونڈ} \\ وَ &= ۳۰ \times ۱۰ \times ل = ۳۰۰ ل \text{ پونڈ} \end{aligned}\right\}$$ مساوات (۱۲) دفعہ ۱۲۸

متشاکل لداؤ کی چھتوں میں ہر ایک انتصابی ردِ عمل = $\frac{۱}{۲}$ بوجھ } مساوات (۱۶) دفعہ ۱۲۸

سیدھی کڑیوں کی متشاکل چھتوں میں عمادی ردِّ عمل

$ر = وَ (۱ - \frac{1}{۴} قطع^۲) = \frac{۳۹}{۶۴} وَ$ ‏ } مساوات (۱۸)

$ر = وَ \frac{1}{۴} قطع^۲ = \frac{۲۵}{۶۴} وَ$ ‏ } دفعہ ۱۲۸

پیمانے ــــ "ڈھانچہ نقشے" ۲۰ فٹ فی انچ کے پیمانے پر ہیں۔
"زور نقشے" (انتصابی بوجھ کے لیے) ۸۰۰۰ پونڈ فی انچ کے پیمانے پر۔
اور "زور نقشے" (عمادی بوجھ کے لیے) ۴۰۰۰ پونڈ فی انچ کے پیمانے پر۔
اس طرح و، وَ، ر، رَ، ع کی ان خاص قیمتوں کے لیے تمام زور "زور نقشوں" سے پیمانے کی مدد سے پڑھ لیے جا سکتے ہیں۔

نوٹ ــــ انتصابی اور عمادی بوجھوں کے اتنے مختلف ہونے کی وجہ سے ($و = ۲\frac{1}{۲} وَ$) یہ ناممکن تھا کہ دونوں کو قابلِ پیمائش اور صفحے کی حدود کے اندر رکھ کر ایک ہی پیمانے پر کھینچا جاتا۔ اس لیے ان "زور نقشوں" میں انتصابی اور عمادی بوجھوں سے پیدا ہونے والے زوروں کا مقابلہ کرتے وقت مثلاً کسی سلاخ کے لیے ان دونوں زوروں کو جمع کرتے وقت (جیسا کہ دفعہ ۱۴۶ میں کیا گیا ہے) پیمانوں کے اختلاف کا خیال رکھنا چاہیے۔

عام ضابطے ــــ

عام حوالے کی خاطر مثلثی ضابطے بھی (بشرطیکہ بہت پیچیدہ نہ ہوں) ایک عام شکل میں دیے گئے ہیں کہ کسی ڈھال کی چھت کے لیے استعمال ہو سکیں۔ یہ پایا جائیگا کہ یہ ضابطے زور نقشوں سے آسانی سے اخذ ہو سکتے ہیں۔

نقشے ــــ بوجھ کی ہر تقسیم کے لیے دو نقشے ضروری ہیں۔ یعنی ایک ڈھانچہ نقشہ مرحلہ ۱ کے لیے اور ایک زور نقشہ مرحلہ ۲ کے لیے۔ اس طرح تمشاکل چھتوں کے لیے چار نقشے اور غیر تمشاکل چھتوں کے لیے چھ نقشے ضروری ہوتے ہیں۔ یعنی (دیکھو دفعہ ۱۴۵):

انتصابی بوجھ کے لیے ایک ڈھانچہ اور ایک زور نقشہ۔
عمادی بوجھ کے لیے متشاکل چھتوں میں } ایک ڈھانچہ اور ایک زور نقشہ۔
عمادی بوجھ کے لیے غیر متشاکل چھتوں میں } ایک ایک ڈھانچہ اور "زور نقشہ" ہر ایک جانب کی ہوا کے لیے۔

تھوڑی مشق ہو جائے تو "ڈھانچہ نقشہ" تمام صورتوں کے لیے ایک ہی کافی ہو سکتا ہے۔
ایک چھت کے تمام نقشوں پر ایک ہی نمبر ڈالا گیا ہے اور نقشوں کی قسم میں تمیز کرنے کے لیے (کہ "ڈھانچہ نقشہ" ہے یا "زور نقشہ" اور انتصابی بوجھ کے تحت یا عمادی کے) حروف (ا)، (ب)، (ج)، (د)، وغیرہ کا اضافہ کیا گیا ہے۔

ذوروں کی مقداریں —— یہ دیے ہوئے عام ضابطوں سے محسوب ہو سکتی ہیں یا زور نقشوں سے فوراً پیمائش کے ذریعہ عملی مقاصد کے لیے کافی صحت کے ساتھ معلوم ہو سکتی ہیں (لیکن ظاہر ہے کہ ہر خاص چھت اور خاص لداؤ کے لیے علٰحدہ نقشہ ضروری ہے)۔ ضابطے سے حساب لگانا ظاہر ہے کہ زیادہ صحیح ہے لیکن بہت سی شرائط کے غیر یقینی ہونے کی وجہ سے یہ صحت غیر ضروری ہے۔ در اصل عملی طور پر زوروں کی مقداریں صرف بے کسر عددوں میں مطلوب ہوتی ہیں۔

یہ ضروری نہیں سمجھا گیا کہ مثالوں میں زوروں کی عددی قیمتیں دی جائیں سوائے اس کے کہ بعض مثالوں میں ہر سلاخ پر دونوں زوروں کو اکٹھا کرنے اور مجموعی "عملی زور" حاصل کرنے کے طریقے کی (دفعہ ۱۴۶) وضاحت کر دی جائے (ان دو زوروں میں ایک تو انتصابی بوجھ کی وجہ سے: دوسرا کسی ایک جانب کی ہوا کے دباؤ کی وجہ سے)۔

یہ وضاحت صرف مثالوں ۱ اور ۸ میں کی گئی ہے۔

مثال ۱

بیان —— ایک سادہ متشاکل مثلثی قینچی ۱۲ فٹ فصل کی۔

شرائط اور ترقیم (دیکھو دفعات ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۴۷) — و = ۱۰۰۰ پونڈ،

وَ = ۳۰۰۰ پونڈ۔

انتصابی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۱۶ (ا)
ڈھانچہ نقشہ

شکل ۱۶ (ب)
زور نقشہ

مرحلہ ۱ — جوڑوں پر کے معادل بوجھ (دفعات ۱۱۶ تا ۱۲۰، ۱۲۸)۔
ظاہر ہے کہ ی پر $\frac{و}{۲}$، اور اَ اور اٗ پر $\frac{و}{۴}$ ہیں۔

سہاروں کے ردِّ عمل (دفعہ ۱۲۱) — ظاہر ہے اَ اور اٗ پر $\frac{و}{۲}$ ہیں۔

بوجھوں کا کثیر الاضلاع (دفعہ ۱۴۲) — کسی انتصابی خط مثلاً اُ اَ پر (انتصابی اس لیے کہ بوجھ انتصابی ہیں) اُ اَ = مجموعی بوجھ و لو۔
اُ اَ پر نیچے کی طرف اُ بٗ = $\frac{و}{۴}$، بٗ بَ = $\frac{و}{۲}$، بَ اَ = $\frac{و}{۴}$ لو جو جوڑوں اٗ، ی، اَ کے انتصابی بوجھوں کو تعبیر کریں۔ اُ اَ بوجھ کا خط کہلائیگا۔
اَ اُ پر اوپر کی طرف اَ م = $\frac{و}{۲}$، م اُ = $\frac{و}{۲}$ لو جو علی الترتیب اَ، اٗ کے ردِّ عملوں کو تعبیر کریں۔

تب اُ بٗ بَ اَ م اُ بند کثیر الاضلاع ہے جو تمام بیرونی انتصابی قوتوں کو تعبیر کرتا ہے اور اس طرح یہ قوتیں تعادل میں ہیں (دفعہ ۱۴۰ (۱))۔

یہ "بوجھوں کا کثیر الاضلاع" ہے۔

نوٹ ۔ ردِ عمل اَم، م اَ "بوجھوں کے خط" اَ اَ سے کسی قدر ہٹا دیے گئے ہیں (جیساکہ دفعہ ۱۴۲ میں سمجھایا گیا ہے)۔ صرف اس لیے کہ منطبق خطوط اَبَ بَ اَ، اَم اَ ایک کثیر الاضلاع کی انتہائی شکل ہیں۔

مرحلہ ۲ — جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل (دفعہ ۱۴۳)۔

ایک سلسلے سے ہر جوڑ کے لیے متعادل "قوتوں کا کثیر الاضلاع" کھینچو۔

جوڑ ا — قوتیں ہیں:— بوجھ $\frac{و}{۲}$ = بَ اَ ردِ عمل $\frac{و}{۲}$ = اَم، اور دو زور ھ، تَ، جن کی صرف سمتیں معلوم ہیں (کہ اَ اَ، د اَ کے متوازی ہیں)۔

م ھ متوازی کھینچو ا اَ کے، یعنی اُفقی۔

ھ بَ نقطۂ بَ میں سے د اَ کے متوازی کھینچو۔

تب (دفعہ ۱۴۰، ۲ کی رُو سے) بَ اَم ھ بَ بند کثیر الاضلاع ہے جو جوڑ اَ پر کی متعادل قوتوں کو تعبیر کرتا ہے۔

∴ م ھ تعبیر کرتا ہے ھ کو اور چونکہ م سے باہر کی طرف کھینچا گیا، اس لیے اَ پر تناؤ کو ظاہر کرتا ہے۔

ھ بَ تعبیر کرتا ہے تَ کو اور چونکہ بَ کی طرف کھینچا گیا ہے اس لیے اَ پر دھکیل کو ظاہر کرتا ہے۔

جوڑ اَ — بالکل اسی طرح سے پایا جائیگا کہ م اَ بَ ھ م بند کثیر الاضلاع ہے جو اَ پر کی متعادل قوتوں کو تعبیر کرتا ہے۔ اس طرح م اَ ردِ عمل $\frac{و}{۲}$ کو اور اَ بَ بوجھ $\frac{و}{۲}$ کو تعبیر کرتا ہے۔

∴ بَ ھ تعبیر کرتا ہے تَ کو اور اَ پر دھکیل ظاہر کرتا ہے۔

ھ مَ ھ کو تعبیر کرتا ہے اور اَ پر تناؤ ظاہر کرتا ہے۔

جوڑ د — اب نظر آئیگا کہ د کی "قوتوں کا کثیر الاضلاع" پہلے سے موجود ہے۔ د پر کی قوتیں ہیں بوجھ $\frac{و}{۲}$ اور زور تَ اور تَ۔ لیکن بَ بَ، بوجھ $\frac{و}{۲}$ کو تعبیر کرتا ہے۔

ب ھ ، ت کو تعبیر کرتا ہے اور ی پر دھکیل ظاہر کرتا ہے۔
ھ بَ ، تَ کو تعبیر کرتا ہے اور ی پر دھکیل ظاہر کرتا ہے۔
اس طرح بَ ب ھ بَ ، ی کی متعادل قوتوں کا بند کثیر الاضلاع ہے

عمل کی تنقیح ــــ چونکہ اَ کے لیے کھینچے ہوئے خطوط اُن خطوط پر ختم ہوئے جو اَ کے لیے کھینچے گئے تھے اور چونکہ ی کا کثیر الاضلاع اَ ، اَ کے کثیر الاضلاع کھینچنے کے عمل میں خود مکمل ہو گیا اس لیے یہ پوری تنقیح ہے جس کا ذکر دفعہ ۱۴۴ میں کیا گیا ہے۔

زوروں کی مقداریں ــــ اگر "زور نقشہ" ٹھیک طور پر پیمانے پر کھینچا جائے تو ھ ب ، ھ بَ ، ھ م علی الترتیب تَ ، تً ، ھ کو اسی پیمانے پر تعبیر کرینگے۔ اس طرح حاصل ہوتا ہے:۔

تَ = $\frac{۲}{۳}$ ۴۱۶۶ پونڈ = تً

ھ = $\frac{۱}{۳}$ ۲۳۳۳ پونڈ

عام ضابطے ــــ مثلثی ضابطے "زور نقشوں" سے آسانی سے حاصل ہوتے ہیں۔ چنانچہ :۔

تَ = ھ بَ = م بَ قم ع
تً = ھ بً = م بً قم ع } = $\frac{و}{۴}$ قم ع (دھکیل)

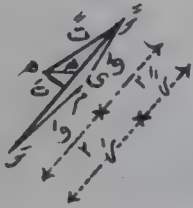
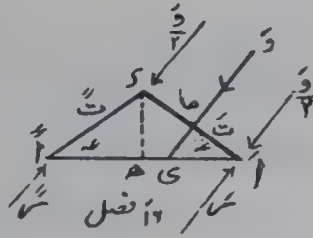
ھ = ھ م = م بَ مم ع = $\frac{و}{۴}$ مم ع (تناؤ)

ان کو کسی خاص لداؤ کے لیے محسوب کریں تو یہ بالکل وہی پائے جائینگے جو پیمانے پر پیمائش سے حاصل ہونگے۔

زور کی نوعیت (دفعہ ۱۴۳) ــــ دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ وہ سمت جس میں زور کو تعبیر کرنے والا خط کھینچا جاتا ہے زور کی نوعیت ظاہر کرتی ہے (یعنی تناؤ یا دھکیل)۔ اور قوتوں کے کثیر الاضلاع کے مسئلے (دفعہ ۱۴۰) کی رُو سے کثیر الاضلاع کے اضلاع ترتیب میں لیے جانے چاہییں۔

مثلاً ب اَ م ھ ب، م اً ب ھ م، ب ب ھ ب علی الترتیب جوڑوں اَ، اً ی کے کثیر الاضلاع ہیں۔ اس طرح

ھ جوڑوں اَ، اً پر علی الترتیب م ھ، ھ م سے تعبیر ہوتا ہے۔
تَ 〃 اَ، ی 〃 ھ بَ، ب ھ 〃
تً 〃 اً، ی 〃 بً ھ، ھ بً 〃

عمادی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۱۶ (ج)
ڈھانچہ نقشہ

شکل ۱۶ (د)
زور نقشہ

مرحلہ ۱ ــ جوڑوں پر کے معادل بوجھ (دفعات ۱۲۶ تا ۱۲۰، ۱۲۸)

ظاہر ہے کہ یہ ی پر $\frac{و}{۲}$ اور اَ پر $\frac{و}{۲}$ ہیں (ہوا دائیں طرف سے یعنی کڑی ی اَ پر چلتی ہوئی فرض کی گئی ہے)۔

سہاروں کے ردِ عمل (دفعات ۱۲۱، ۱۲۸) یہ ہیں :-

$$ر = \frac{۳۹}{۶۴} و، اَ \text{ پر}$$

$$\text{اور}\quad رً = \frac{۲۵}{۶۴} و، اً \text{ پر}$$

بوجھوں کا کثیر الاضلاع۔ (دفعہ ۱۴۲) ــ

کسی خط مثلاً وَ وً پر جو ہوا کی سمت ما کے متوازی اور اس طرح کڑی ی اَ کے علی القوائم ہو وً وَ = مجموعی بوجھ و لو۔
وً وَ پر نیچے کی طرف وً م = $\frac{و}{۲}$، م وَ = $\frac{و}{۲}$ بناؤ جو جوڑوں ی، اَ

پر کے بوجھوں کو تعبیر کریں ۔ اً اُ بوجھ کا خط کہلاتا ہے ۔

اُ اً پر اوپر کی طرف اُ ی = ر ' ی اً = رَ بناؤ جو ۱ ' اً کے ردِ عملوں کو تعبیر کریں ۔

تب اً م اُ ی اُ ایک بند کثیر الاضلاع ہے جو تمام بیرونی قوتوں کو تعبیر کرتا ہے جو اس لیے تعادل میں ہیں [دفعہ ۱۴۰ (۱)] ۔ یہ "بوجھوں کا کثیر الاضلاع" ہے ۔

نوٹ: رَ ' ر ' ی ' ی اً بوجھ کے خط اً اُ سے ذرا ہٹا دیے گئے ہیں جس کی وجہ دفعہ ۱۴۲ کے آخر میں بیان کر دی گئی ہے ۔

مرحلہ ۲ ۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل (دفعہ ۱۴۳) ۔۔۔

ایک سلسلے سے ہر جوڑ کی متعادل [دفعہ ۱۴۰ (۲)] "قوتوں کا کثیر الاضلاع" کھینچو ۔

جوڑ اَ ۔۔۔ قوتیں ہیں بوجھ $\frac{و}{۲}$ = م اُ ' ردِ عمل ر = اُ ی ' اور دو زور ھ ' تَ ' جن کی صرف سمتیں معلوم ہیں (کہ ۱ اً ' ۶ اَ کے متوازی ہیں) ۔

ی ھ ' ۱ اً کے متوازی یعنی اُفقی کھینچو ۔

م ھ ' ۶ اَ کے متوازی یعنی اً اُ کے علی القوائم کھینچو ۔

تب [دفعہ ۱۴۰ (۲) سے] م اُ ی ھ م بند کثیر الاضلاع ہے جو جوڑ اَ کی متعادل قوتوں کو تعبیر کرتا ہے ۔

ی ھ ' ھ کو تعبیر کرتا ہے اور ی سے باہر کی طرف کھینچا گیا ہے اس لیے اَ پر تناؤ کو ظاہر کرتا ہے ۔

ھ م ' تَ کو تعبیر کرتا ہے اور م کی طرف کھینچا گیا ہے اس لیے اَ پر دھکیل ظاہر کرتا ہے ۔

جوڑ اً ۔۔۔ قوتیں ہیں زور ھ ' اور ردِ عمل رَ = ی اً ' اور زور تً جس کی صرف سمت معلوم ہے (کہ ۶ اً کے متوازی ہے) اً ھ ' ۶ اً کے متوازی کھینچو ۔ اگر اب تک کا عمل صحیح ہے تو یہ نقطہ ھ میں سے گذرے گا ۔

تب [دفعہ ۱۴۰ (۲) سے] ھ ی اً ھ بند کثیر الاضلاع ہے جو جوڑ اً پر

کی متعادل قوتوں کو تعبیر کرتا ہے۔

ہ ا َ ، ت َ َ کو تعبیر کرتا ہے، اور چونکہ ہ کی طرف کھینچا گیا ہے اس لیے اَ پر دھکیل ظاہر کرتا ہے۔

جوڑ د — اب یہ معلوم ہوگا کہ د کی "قوتوں کا کثیر الاضلاع" پہلے سے موجود ہے۔ قوتیں ہیں بوجھ $\frac{\text{و}}{٢}$ جو اَ م سے تعبیر ہوتا ہے۔

اَ د کا زور تَ جو م ہ سے تعبیر ہوتا ہے اور د پر دھکیل ظاہر کرتا ہے۔

اً د کا زور تً جو ہ اً سے تعبیر ہوتا ہے اور د پر دھکیل ظاہر کرتا ہے۔

اس طرح د کا کثیر الاضلاع اً م ہ اً ہے۔

عمل کی تنقیح بالکل وہی ہے جو انتصابی بوجھ کے "زور نقشے" کی صورت میں تھی۔

زوروں کی مقداریں — اگر "زور نقشہ" پیمانے پر کھینچا جائے تو ہم، ہ اً، ہ ی علی الترتیب تَ، تً، ھ کو اس پیمانے پر تعبیر کرتے ہیں۔ اس طرح

تَ = ۴۳۷ $\frac{1}{2}$ پونڈ

تً = ۱۵۶۲ $\frac{1}{2}$ پونڈ

ھ = ۵۴۶ $\frac{7}{8}$ پونڈ

عام ضابطے زور نقشے سے آسانی سے حاصل ہوتے ہیں:—

تَ = ہ م = م ی × مم م ہ ی = (ر - $\frac{\text{و}}{٢}$) مم ع (دھکیل)

تً = ہ اً = اًم × قم اً ہ م = $\frac{\text{و}}{٢}$ قم ۲ ع = $\frac{\text{و}}{٤}$ قطع قم ع (دھکیل)

ھ = ہ ی = م ی × قم م ہ ی = (ر - $\frac{\text{و}}{٢}$) قم ع (تناؤ)

کسی خاص لداؤ کے لیے ان کی عددی قیمتیں حاصل کریں تو وہ وہی ہونگی جو پیمانے پر پیمائش سے حاصل ہونگی۔

نوٹ — یہ زور ہوا کے دائیں طرف سے چلنے کی صورت کے لئے ہیں۔ لیکن چونکہ

چھت متشاکل ہے اس لیے فوراً نتیجہ نکلتا ہے کہ ہوا بائیں طرف سے چلے تو ھ کی قیمت وہی رہیگی اور تَ، تً کی قیمتیں باہم بدل جائینگی۔

مجموعی عملی زور

دفعہ ۱۴۶ کے اصولوں سے ان کو آسانی سے معلوم کر سکتے ہیں۔ لیکن ضابطوں کی بہ نسبت ان کو عددی طور پر دکھانا زیادہ بہتر ہوگا۔ اس طرح مستقل (انتصابی) زور اور اتفاقی (عمادی) زیادہ سے زیادہ زور کو جو ہوا کے کسی جانب سے چلنے سے پیدا ہو سکتا ہے اکٹھا کرنے سے و، وَ، ء کی ان خاص قیمتوں کے لیے :—

سلاخ	زور	زور پونڈوں میں		مجموعی عملی زور پونڈوں میں	نوعیت
		انتصابی بوجھ کی وجہ سے	ہوا کی وجہ سے زیادہ سے زیادہ		
کڑی ر اَ یا ر اً بندھن سلاخ اَ اً	تَ یا تً ھ	۴۱۶۶ ۲/۳ ۳۳۳۳ ۱/۳	۱۵۶۲ ۱/۲ ۵۴۶ ۷/۸	۵۷۲۹ ۱/۶ ۳۸۸۰ ۵/۲۴	دھکیل تناؤ

عملی یادداشت — دیکھو کہ تعادل مکمل ہے اور قینچی بغیر کسی مزید سلاخ کے مکمل ہے اس طرح اگر ایک راج ڈنڈا محل ر ھ میں لگایا جائے تو وہ بوجھ کی موجودہ حالت کے تحت بے شناد اور اس طرح بیکار رہیگا۔ اگر بوجھ میں کسی طرح کی تبدیلی واقع ہو مثلاً ایک مزید بوجھ فَ جوڑ ھ پر (ایک بھاری لیمپ کی شکل میں یا کسی طرح) لگایا جائے تو ایک راج ڈنڈے ھ ر کی ضرورت ہوگی تاکہ اَ اً کو نامناسب خمیدگی سے بچالے۔ اس راج ڈنڈے پر زور صرف فَ ہوگا۔

مثال ۲

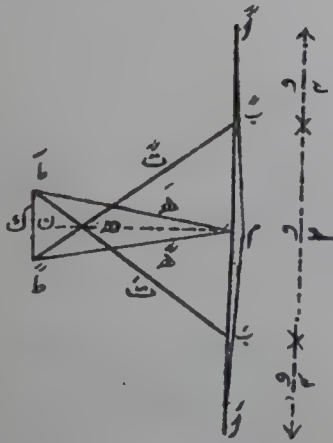
بیان ـــــ ایک تشاکل مثلثی قینچی، ۲۴ فٹ فصل کی بندھن سلاخ راج ڈنڈے کے ذریعے میلان ۳۰° میں اوپر کو رباط کیا ہوا۔

شرائط اور ترقیم ـــــ (دیکھو دفعہ ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۴۷) ـــــ

و = ۱۵۰۰۰ پونڈ، وَ = ۴۵۰۰ پونڈ

انتصابی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۱۷ (ب)
زور نقشہ

شکل ۱۷ (ا)
ڈھانچہ نقشہ

مرحلہ ۱ ـــ بوجھوں کا کثیر الاضلاع اَ بَ ب اَم اَ جو بالکل مثال ۱ کی طرح بنایا گیا ہے۔

مرحلہ ۲۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل۔

جوڑ ا، اَ ـــــ ان پر کی متعادل قوتوں کے بند کثیر الاضلاع بَ اَم طَ بَ، م اَ بَ طَ م ہیں جو بالکل مثال (۱) کے

جوڑوں اَ، اً کے کثیر الاضلاعوں کی طرح کھینچے گئے ہیں۔ البتہ معلوم ہونا چاہیے کہ م طَ، طًم مائل بندھن سلاخوں اَم، اًم کے متوازی کھینچے گئے ہیں۔

جوڑ م —— قوتیں ہیں ھَ = طَمَ، ھً = م طً (یہ دونوں کھینچ چکی ہیں) اور کً جو صرف سمت میں معلوم ہے (کہ انتصابی ہے)۔ اگر شکل صحیح کھینچی جائے تو طً طَ انتصابی ہوگا۔ اس طرح

طَم طً طَ جوڑ م کی متعادل قوتوں کا بند کثیر الاضلاع ہے۔

∴ طً طَ، کً کو تعبیر کرتا ہے اور چونکہ طً سے کھینچا گیا ہے اس لیے م پر تناؤ ظاہر کرتا ہے۔

جوڑ ی —— اب نظر آئیگا کہ ی کا کثیر الاضلاع یعنی بً بَ طَ طًبً پہلے سے موجود ہے۔ قوتیں ہیں بوجھ $\frac{و}{۲}$ اور زور تَ، کً، تً۔

لیکن بً بَ بوجھ $\frac{و}{۲}$ کو تعبیر کرتا ہے۔

بَ طَ، تَ کو تعبیر کرتا ہے اور ی پر دھکیل ظاہر کرتا ہے۔

طَ طً، کً کو تعبیر کرتا ہے اور ی پر تناؤ ظاہر کرتا ہے۔

طًبً، تً کو تعبیر کرتا ہے اور ی پر دھکیل ظاہر کرتا ہے۔

عمل کی تنقیح —— خط طَ طً کا انتصابی ہونا اور ی کے کثیر الاضلاع کا خود بخود موجود ہو جانا مکمل "تنقیحیں" ہیں (دیکھو دفعہ ۱۴۴)۔

عام ضابطے "زور نقشے" سے آسانی سے حسب ذیل حاصل ہوتے ہیں:۔

شکل کے تشاکل سے ظاہر ہے کہ م ہ ن، طَ طً کی علی القوائم تنصیف کرتا ہے۔

تَ = بَ طَ = م بَ ۔ جب بَ م طَ / جب بَ طَ م = $\frac{و}{۲}$ ۔ جب (۹۰ + عَہ) / جب (عہ ـ عَہ) = $\frac{و}{۲}$ ۔ جم عَہ / جب (عہ ـ عَہ)　(دھکیل)

ھَ = م طَ = م بَ ۔ جب م بَ طَ / جب م طَ بَ = $\frac{و}{۲}$ ۔ جب (۹۰ ـ عہ) / جب (عہ ـ عَہ) = $\frac{و}{۲}$ ۔ جم عہ / جب (عہ ـ عَہ)　(تناؤ)

کً = طً طَ = ۲ ن طَ = ۲ م طَ × جب طَ م ن = ۲ ھَ جب عَہ　(تناؤ)

اور ظاہر ہے کہ تَ = تً اور ھَ = ھً

عمادی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۱۷ب (د)
زور نقشہ

شکل ۱۷ب (ج)
ڈھانچہ نقشہ

مرحلہ ۱ — بوجھوں کا کثیر الاضلاع اَم رَی رَ بالکل مثال (۱) کی طرح بنایا گیا ہے۔

مرحلہ ۲ — جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل۔

جوڑ اَ' اَ : — اَ' اَ کے بند کثیر الاضلاع م رَی طَ م اور ی رَ طَ ی ہیں اور مثال (۱) کے جوڑوں اَ' اَ کے کثیر الاضلاعوں کی طرح بنائے گئے ہیں البتہ صرف ی طَ' طَ ی مائل بندھن سلاخوں اَم' اَم کے متوازی کھینچے گئے ہیں۔

جوڑ م — قوتیں ہیں ھَ = طَ ی' ھَ = ی طَ (دونوں کھینچے ہوئے ہیں) اور کَ جو صرف سمت میں معلوم ہے (کہ انتصابی ہے)۔ طَ طَ کو ملاؤ جو اگر (شکل صحیح طور پر کھینچی گئی ہے) انتصابی ہوگا۔ اس طرح

طَ ی طَ طَ' م کا کثیر الاضلاع ہے۔

∴ طَ طَ' کَ کو تعبیر کرتا ہے اور طَ سے کھنچنے کی وجہ سے م پر تناؤ ظاہر کرتا ہے۔

جوڑ ی — اب نظر آئیگا کہ اس جوڑ کا کثیر الاضلاع اَم طَ طَ رَ پہلے سے موجود ہے۔ قوتیں ہیں بوجھ $\frac{و}{۲}$ اور زور تَ' کَ' تَ لیکن

رَم بوجھ $\frac{و}{۲}$ کو تعبیر کرتا ہے۔
م طَ زور تَ کو تعبیر کرتا ہے اور ی پر دھکیل ظاہر کرتا ہے۔
طَ طً زور کً کو تعبیر کرتا ہے اور ی پر تناؤ ظاہر کرتا ہے۔
طً رً زور تً کو تعبیر کرتا ہے اور ی پر دھکیل ظاہر کرتا ہے۔

عمل کی تنقیح ـــــ خط طَ طً کے انتصابی ہونے اور ی کے کثیرالاضلاع کے پہلے سے موجود ہونے کی وجہ سے تنقیح مکمل ہے (دفعہ ۱۴۴)۔

عام ضابطے ـــــ "زور نقشے" سے آسانی سے حاصل ہوتے ہیں:-

تَ = م طَ = م ی × حم ی طَ م = (سَ - $\frac{و}{۲}$) حم (عہ - عَہ) (دھکیل)

ھَ = ی طَ = م ی × قم ی طَ م = (سَ - $\frac{و}{۲}$). قم (عہ - عَہ) تناؤ

ھً = ھَ کیونکہ خطوط ی طً، ی طَ انتصابی خط طَ طً سے مساوی میلان رکھتے ہیں۔

$$\text{تً} = \text{طً رً} = \text{ی رً} \cdot \frac{\text{جب طً ی رً}}{\text{جب ی طً رً}} = \text{رً} \cdot \frac{\text{جب}(۹۰ + \text{عہ} + \text{عَہ})}{\text{جب}(\text{عہ} - \text{عَہ})} = \text{رً} \cdot \frac{\text{جم}(\text{عہ} + \text{عَہ})}{\text{جب}(\text{عہ} - \text{عَہ})} \quad \text{(دھکیل)}$$

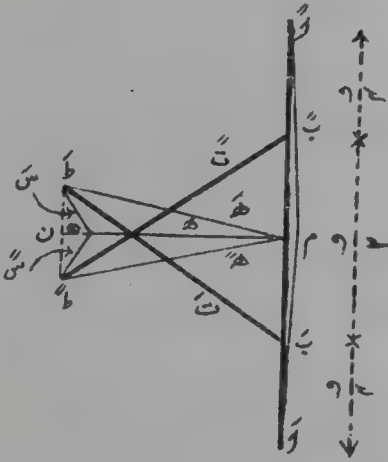
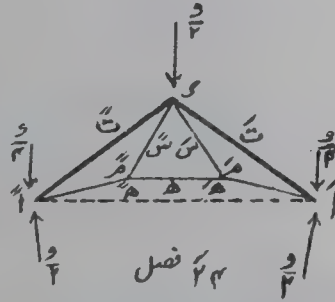
$$\text{کً} = \text{طَ طً} = ۲\ \text{طَ ی جب}\ \frac{\text{طَ ی طً}}{۲} \quad \text{(کیونکہ طَ ی طً ایک مثلث متساوی الساقین ہے)}$$

$$= ۲\ \text{ھَ جب عَہ} \quad \text{(تناؤ)}$$

مثال ۳

بیان ـــــ ایک متشاکل شلثی قینچی ۲۴ فٹ فصل کی، بندھن سلاخ دو رباطوں ی مَ، ی مً کے ذریعے میلان عَہ میں اوپر اٹھا ہوا، اور ا مَ ی اور اً مً ی متساوی الساقین مثلث ہیں۔

شرائط اور ترقیم (دیکھو دفعہ ۱۲۶، ۱۲۸، ۱۴۷) ـــــ و = ۱۵۰۰۰ پونڈ، وَ = ۲۵۰۰ پونڈ۔

انتصابی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۱۸ع (ب)
زور نقشہ

شکل ۱۸ع (ا)
ڈھانچہ نقشہ

مرحلہ ۱- بوجھوں کا کثیرالاضلاع اَ بَ ب اَم اَ، مثال (۱) کی طرح۔

مرحلہ ۲- جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل۔

جوڑوں کے کثیرالاضلاع یہ ہیں :—

جوڑ اَ کے لیے ب اَم طَ ب

جوڑ ھَ کے لیے طَ م ھ طَ

جوڑ د کے لیے بَ ب طَ ھ طَ بَ

جوڑ اَ کے لیے م اَ بَ طَ م

جوڑ ھَ کے لیے م طَ ھ م

کام کی تنقیح سے ظاہر ہے (دفعہ ۱۴۴)۔

عام ضابطے - ڈھانچہ اور زور نقشہ دیکھو۔

ھَ اَ اَ = عَ = ھَ اَ اَ

مَ اَ ی = ع - عَ = مَ ی اَ

مً اً ی = ع - عَ = مً ی اً

طَ مَ ھ = عَ = طً م ھ

م طَ ھ = ۱۸۰° - اَ مَ ی = ۲ (ع - عَ)

م ھ طَ = ۱۸۰° - (طَ م ن + م طَ ھ) = ۱۸۰ - (۲ ع - عَ)

تَ = طَ بَ = م بَ . جب طَ م بَ / جب م طَ بَ = و/۴ × جب (۹۰° + عَ) / جب (ع - عَ) = و/۴ جم عَ قم (ع - عَ) (دھکیل)

ھَ = م طَ = م بَ . جب م بَ طَ / جب م طَ بَ = و/۴ . جب (۹۰ - ع) / جب (ع - عَ) = و/۴ جم ع قم (ع - عَ) (تناؤ)

ھ = م ھ = م طَ . جب م طَ ھ / جب م ھ طَ = ھَ . جب ۲ (ع - عَ) / جب (۲ ع - عَ) (تناؤ)

سَ = ھ طَ = م طَ . جب ھ م طَ / جب م ھ طَ = ھَ . جب عَ / جب (۲ ع - عَ) (تناؤ)

نیز شکل کے تشاکل سے

تَ = تً ، ھَ = ھً ، سَ = سً

عمادی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۱۸ع (ج)
ڈھانچہ نقشہ

شکل ۱۸ع (د)
زور نقشہ

مرحلہ ۱۔ بوجھوں کا کثیر الاضلاع اَم اً ی اً مثال (۱) کی طرح۔
مرحلہ ۲۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل۔ جوڑوں کے کثیر الاضلاع یہ ہیں :—

جوڑ اَ کے لیے م اً ی طَ م
جوڑ ہَ کے لیے طَ ی ھ طَ
جوڑ ی کے لیے اً م طَ ھ طً اً
جوڑ اً کے لیے ی اً طً ی
جوڑ ہً کے لیے ھ ی طً ھ

کام کی تنقیح سے ظاہر ہے۔

عام ضابطے ۔ دیکھو ڈھانچہ اور زور نقشہ ۔

تَ = طَ م = م ی × جم م طَ ی = (سَ − وَ/۲) . جم (ع − عَ) (دھکیل)

ھَ = ی طَ = م ی × قم م طَ ی = (سَ − وَ/۲) قم (ع − عَ) (تناؤ)

سَ = طَ ھ = طَ ی (جب طَ ی ھ)/(جب طَ ھ ی) = ھَ . (جب عَ)/(جب (۲ ع − عَ)) (تناؤ)

تً = طً اً = اً ی . (جب طً ی اً)/(جب اً طً ی) = سَ . (جب (۹۰ + ع + عَ))/(جب (ع − عَ))

= سَ (جم (ع + عَ))/(جب (ع − عَ)) (تناؤ)

نیز ظاہر ہے کہ ی ھ خارج کیا جائے تو طَ طً کو (جو انتصابی ہوگا اگر شکل صحیح ہے) علی القوائم تنصیف کریگا۔

∴ سً = ھ طً = ھ طَ = سَ

اور ھً = ی طً = ی طَ = ھَ

مثال ۲ و ۳ پر عملی تبصرہ ۔ یہ دیکھنا دلچسپی سے خالی نہیں کہ بندھن سلاخ کو اوپر کو رباط کرنے کا اثر (جو زور نقشے آنکھ کے سامنے واضح کردیتے ہیں) مثال (۱) کی سیدھی بندھن سلاخ کے مقابلے میں

کیا ہے۔ وہ اثر یہ ہے کہ کڑیوں اور بندھن سلاخ کے زوروں میں اضافہ ہوجاتا ہے اور راج ڈنڈے یا رباطوں کی ضرورت ہوتی ہے تاکہ مائل بندھنوں کے زور کے انتصابی جزو ترکیبی کو برداشت کرے۔ بندھن کو اوپر کو رباط کرنے کا فائدہ یہ ہے کہ بندھن سلاخ کے نیچے گزر بلندی حاصل ہوتی ہے۔ یہ ساخت لوہے کی بندھن سلاخوں کے لیے موزوں ہے چوبینے کے لیے نہیں۔

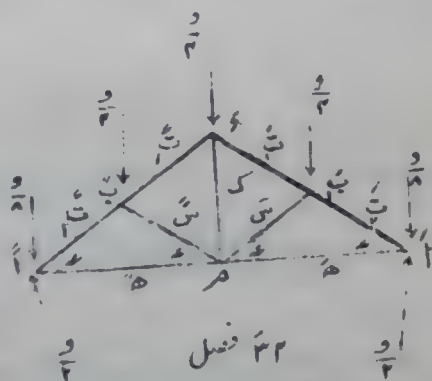
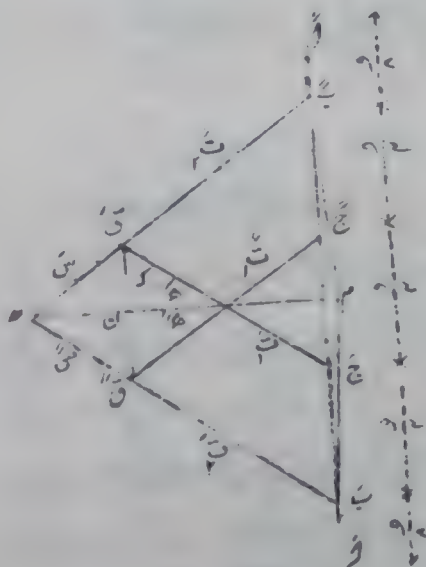
مثالوں ۴، ۶، ۷ میں بندھن سلاخوں کو اوپر کو رباط کرنے کا یہی اثر "زور نقشوں" میں نظر آتا ہے۔

مثال ۴

بیان:— ایک متشاکل راج کھم قینچی، ۳۲ فٹ فصل کی، کڑیوں کی داب روکوں سے تنصیف ہوتی ہے۔

شرائط اور ترقیم (دیکھو دفعہ ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۴۷):۔ و = ۲۰۰۰ پونڈ، وَ = ۶۰۰۰ پونڈ

انتصابی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۱۹ (ا) ڈھانچہ نقشہ

شکل ۱۹ (ب) زور نقشہ

مرحلہ ۱۔ جوڑوں پر معادل بوجھ —— چونکہ ہر کڑی کے دو مساوی حصے ہیں اس لیے ہر حصے پر منقسم بوجھ و/۴ ہے۔ اس طرح ظاہر ہے کہ پیل پایوں اَ، اً میں سے ہر ایک پر (مقابلہ کرو مساوات (۱۵)، دفعہ ۱۲۸) معادل بوجھ و/۸ اور جوڑوں بَ، ہ، بً میں سے ہر ایک پر و/۴ ہے۔

بوجھوں کا کثیر الاضلاع —— بوجھ کے خط اً اَ = و پر علی الترتیب لو :—

اَ بَ = و/۸، بَ جً = جً جَ = جَ بَ = و/۴، بَ ہَ = و/۸ بوجھوں کے لیے۔

اور ہَ م = و/۲ = م اً ردِّ عملوں کے لیے۔

تب اَ بَ جً جَ بَ اَ م اً "بوجھوں کا کثیر الاضلاع" ہے۔

مرحلہ ۲۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل۔ جوڑوں کے کثیر الاضلاع علی الترتیب حسبِ ذیل ہیں :—

اَ کے لیے	ب اَ م ہ بً
بَ کے لیے	جَ بَ ہ قَ جً
اً کے لیے	م اً بً ہ م
بً کے لیے	ہ بً جً قً ہ
ہ کے لیے	قَ ہ م ہ قً قَ
ہ کے لیے	جً جَ قَ قً جً

دیکھو کہ ہ کے کثیر الاضلاع میں ہَ ہً متراکب خطوط ہ م، م ہ سے تعبیر ہوتے ہیں۔

کام کی تنقیح سے ظاہر ہے (دیکھو دفعہ ۱۴۴)۔

عام ضابطے ——

تَ۲ = ہ بَ = م بَ × قم م ہ ب = (م جَ + جَ بَ) قم ع = ۳و/۸ قم ع (دھکیل)

ہَ = ہً = م ہ = م بَ × حم م ہ بَ = ۳و/۸ حم ع (تناؤ)

ك = قً قَ = بَ جَ = و/۴ (تناؤ)

سَ = ہ قَ = قَ ن × قم قَ ہ ن = ۱/۲ قَ قً × قم ع = و/۸ قم ع (دھکیل)

تَ۱ = جَ قَ = تَ قً = بَ ہ ۔ قَ ہ = تَ۲ ۔ سً = و/۴ قم ع (دھکیل)

نیز ظاہر ہے کہ تَ۱ = تً۱

تً = تً٢

سً = سً٢

عمادی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۱۹ (ج)
ڈھانچہ نقشہ

شکل ۱۹ (د)
زور نقشہ

مرحلہ ا- جوڑوں پر کے معادل بوجھ ——
چونکہ کڑیوں کے دو دو مساوی حصے ہیں اس لیے ہر حصے پر منقسم بوجھ $\frac{و}{٢}$ ہے اور اس طرح ظاہر ہے کہ جوڑوں پر کے معادل بوجھ (مقابلہ کرو مساوات (۱۷) دفعہ ۱۲۸ سے) یہ ہیں :—

اَ اور ی پر $\frac{و}{٤}$

بً پر $\frac{و}{٢}$

اور بً یا اً پر کوئی بوجھ نہیں۔

بوجھوں کا کثیر الاضلاع —— ہوا کے دباؤ کے متوازی یعنی کڑی کے علی القوائم بوجھ کے خط اً اَ پر لو۔

اً بً = $\frac{و}{٤}$ ، بً بَ = $\frac{و}{٢}$ ، بَ اَ = $\frac{و}{٤}$ ، اَ ی = رً ، ی اً = رَ

تب اً بً بَ اَ ی اً بوجھوں کا کثیر الاضلاع ہے۔

مرحلہ ۲- جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل —— جوڑوں کے

کثیرالاضلاع حسب ذیل ہیں :-

اَ کے لیے　　بَ اَ یٰ طَ بَ

بَ کے لیے　　بً بَ طَ ق بً

اً کے لیے　　یٰ اً طً یٰ

بً کے لیے　　طً اً طً　　(کوئی بوجھ نہیں)

ھ کے لیے　　ق طَ یٰ طً ق　　(سلاخ بً ھ پر زور نہیں)

ء کے لیے　　اً بً ق طً اً

نقشہ صحیح کھینچا جائے تو ق طً انتصابی ہوگا۔

خاص طور پر دیکھو کہ جوڑ بً کا کثیرالاضلاع طً اً طً یعنی صرف دو متراکب خطوط ہیں کیونکہ بً پر بوجھ نہیں۔ اس لیے تً = تَ اور سً = ۰ یعنی داب روک بً ھ پر کوئی زور نہیں۔ یہ نتائج دفعہ ۱۲۵ کی رُو سے پہلے سے معلوم ہو سکتے تھے۔

عام ضابطے۔

تَ = طَ بَ = یٰ ب × مم یٰ طَ بَ = (سَ − $\frac{\text{و}}{۲}$) مم عہ (دھکیل)

ھَ = یٰ طَ = یٰ ب × قم یٰ طَ بَ = (سَ − $\frac{\text{و}}{۲}$) قم عہ (تناؤ)

تً = تَ = طً اً = اً یٰ . $\frac{\text{جب طً یٰ اً}}{\text{جب اً طً یٰ}}$ = سَ $\frac{\text{جب (۹۰° + عہ)}}{\text{جب عہ}}$

= سَ مم عہ = $\frac{\text{و}}{۴}$ قط۲ عہ مم عہ = $\frac{\text{و}}{۲}$ قم ۲ عہ (دھکیل)

ھً = یٰ طً = اً یٰ . $\frac{\text{جب یٰ اً طً}}{\text{جب اً طً یٰ}}$ = سَ . $\frac{\text{جب (۹۰ − ۲ عہ)}}{\text{جب عہ}}$ (تناؤ)

= سَ $\frac{\text{جم ۲ عہ}}{\text{جب عہ}}$ (تناؤ)

سً = طَ ق = بً بَ قم ق طَ بَ = $\frac{\text{و}}{۲}$ قم ۲ عہ (دھکیل)

ک = ق طً = ق طَ × جب ق طَ طً = سً جب عہ = $\frac{\text{و}}{۲}$ $\frac{\text{جب عہ}}{\text{جب ۲ عہ}}$ = $\frac{\text{و}}{۴}$ قط عہ (تناؤ)

تً = ق بً = طَ بَ − طَ ن = طَ بَ − ق ن × مم ق طَ ن

= تَ − $\frac{\text{و}}{۲}$ مم ۲ عہ (دھکیل)

عملی تبصرہ ـــــ اس مثال کے زور نقشوں کا مثالوں ۱، ۲، ۳ سے مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ بندھن سلاخ سیدھی ہو تو راج ڈنڈے پر زور نہیں پڑسکتا (سوائے اُس زور کے جو اس کے ذاتی وزن اور اُس کے جھکاؤ سے پیدا ہو جو بندھن سلاخ میں اُس کے وزن کی وجہ سے پیدا ہو۔ چھوٹی قینچیوں میں یہ دونوں بہت خفیف ہونگے) اِلّا اس کے کہ بندھن سلاخ پر بوجھ ڈالا گیا ہو (دیکھو تبصرہ مثال (۱) کے اخیر میں)۔ اور یہ معلوم ہوگا کہ بندھن سلاخ کو رباط کرنے یا کڑیوں کو داب روک لگانے سے راج ڈنڈے اور اندرونی رباطوں پر زور پڑتا ہے۔

مثال ۵

بیان ـــــ ایک متشاکل راج کھم قینچی، مثال ۴ کی مانند۔

شرائط اور ترقیم (دیکھو دفعہ ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۴۷):۔ و = ۲۰۰۰۰ پونڈ، و۱ = ۱۰۰۰ پونڈ، وَ = ۲۰۰۰ پونڈ، وً = ۶۰۰۰ پونڈ۔

نوٹ:۔ قینچی مثال ۴ کی طرح ہے۔ صرف انتصابی بوجھ کا فرق یہ ہے کہ گمری پر اور راج ڈنڈے کے پایے پر بوجھوں و۱ اور وَ کا اضافہ کر دیا گیا ہے۔

اس طرح اس قینچی پر لداؤ طریقہ ۱ کی مثال کی طرح ہے۔ دفعہ ۱۳۰۔

انتصابی بوجھ کے لیے ساخت

شکل نمبر ۲ (ب)
زور نقشہ

۳۲ فصل

شکل نمبر ۲ (۱)
ڈھانچہ نقشہ

مرحلہ ۱۔ بوجھوں کا کثیر الاضلاع

جوڑوں پر کے "معادل بوجھ" مثال ۴ کی طرح ہیں صرف فرق یہ ہے کہ د پر بوجھ $(\frac{و}{۴} + و_۱)$ ہے اور م پر وَ۔

ردِّ عمل اَ اور اُ پر $\frac{و + و_۱ + وَ}{۲}$ ہیں۔

موجودہ صورت کی طرح کی صورتوں میں جن میں بوجھ کڑیوں اور بندھن سلاخ دونوں پر ہو اس میں آسانی ہوگی کہ ان کے بوجھوں کو بوجھ کے علیحدہ خطوں پر تعبیر کیا جائے ۔ مثلاً:-

اُ اَ ایسا لو کہ کڑیوں پر کے مجموعی بوجھ $(و + و_۱)$ کو تعبیر کرے۔ اور اَ اُ کے ردّ عملوں $\frac{و + و_۱ + وَ}{۲}$ کو اَ عاَ، اُ عاً تعبیر کریں۔ ظاہر ہے کہ خطوط اَ عاَ، اُ عاً ایک دوسرے پر بقدر عاَ عاً = وَ متراکب ہونگے۔ عاَ عاً کو وَ کا بوجھ خط کہہ سکتے ہیں ۔ اُ اَ پر لو :-

اُ بَ = $\frac{و}{۸}$، بَ جَ = $\frac{و}{۴}$، جَ جَ = $(\frac{و}{۴} + و_۱)$ جَ بَ = $\frac{و}{۴}$، بَ اَ = $\frac{و}{۸}$ ۔

اس طرح اُ بَ جَ جَ بَ اَ عاَ عاً اُ بوجھوں کا کثیر الاضلاع ہے ۔

نوٹ :- بوجھوں کے خط اُ اَ، عاَ عاً اور ردِّ عمل اَ عاَ اور عاً اُ عمداً ہٹا کر بنائے گئے ہیں جس کی وجہ دفعہ ۱۴۲ میں بیان ہو چکی ہے ۔ در اصل یہ سب انتصابی ہیں۔

مرحلہ ۲ — جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل —

جوڑوں کے کثیر الاضلاع یہ ہیں :-

اَ کے لیے بَ اَ عاَ طَ بَ

بَ کے لیے جَ بَ طَ قَ جَ

م کے لیے قَ طَ عاَ عاً طً قً قَ — جس کے لیے قوتیں سَ ھَ، وَ، ھً سً، کَ ترتیب میں لی گئی ہیں۔

د کے لیے جً جَ قَ قً جً

اُ کے لیے عاً اُ بً طً عاً

بً کے لیے طً بً جً قً طً

عام ضابطے

ت٢ = طَبَ = عاَبَ × قم عاطَبَ = (عاَم + م بَ) قم ع

= (عاَعاً/٢ + جَجً/٢ + جَبَ) . قم ع = {وَ١/٣ + ١/٢ (و/٤ + و١) + و/٤} قم ع

= (٣و/٨ + (و١ + وَ١)/٢) قم ع (دھکیل)

ھَ = عاطَ = عاَبَ × قم عاطاَبَ = (٣و/٨ + (و١ + وَ١)/٢) قم ع (تناؤ)

سَ = طَقَ = قَنَ × قم قَطَنَ = قَاَعَ/٢ × قم ع = جَبَ١/٢ قم ع = و/٨ قم ع (دھکیل)

کَ = قَقً = (قَنَ + نَنَ + نًقً) = (٢ قَنَ + عاَعاً) = (و/٤ + وَ١) (تناؤ)

ت١َ = قَجَ = عَبَ = طَبَ - طَعَ = ت٢َ - سَ = (و/٤ + (و١ + وَ١)/٢) قم ع (دھکیل)

نیز ظاہر ہے کہ ت١َ = ت١ً، ت٢َ = ت٢ً، سَ = سً، ھَ = ھً

طالب علم اس مثال کے عمل کا مقابلہ اسی چھت کے لیے طریقہ ۱ کی تحلیل کے عمل سے کرے (دیکھو دفعات ۱۳۰ تا ۱۳۳)۔ اس طریقے (کثیر الاضلاعی) کی آسانی فوراً ظاہر ہوگی۔ نتائج تو ظاہر ہے کہ دونوں طریقوں میں وہی ہونگے (دیکھو دفعہ ۱۳۴)۔

نیز طالب علم مثالوں ۴ اور ۵ کے انتصابی بوجھ کے زور نقشوں کا مقابلہ کرے [شکل ۱۹ (ب) اور ۲۰ (ب)]۔ یہ مثالیں ایک ہی قینچی کی کسی قدر مختلف بوجھوں کے تحت ہیں تاکہ کڑی اور بندھن سلاخ پر بوجھوں و١ اور وَ١ کے اضافے کا اثر نظر آئے۔

عمادی بوجھ کے لیے ساخت

یہ قینچی بالکل مثال ۴ کی ہے اور عمادی بوجھ بھی وہی ہے۔ اس لیے علیحدہ تحقیقات کی ضرورت نہیں۔

مثال ۶

بیان ـــــ ایک متشاکل راج کھم قینچی، ۳۲ فٹ فصل کی کڑیوں کی داب روکوں پر تنصیف، بندھن اوپر کو رباط ہوکر داب روکوں کے خط میں۔

شرائط اور ترقیم — (دیکھو دفعہ ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۴۷) و = ۲۰۰۰ پونڈ، وَ = ۶۰۰ پونڈ۔

انتصابی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۲۱ (ب) زور نقشہ

شکل ۲۱ (ا) ڈھانچہ نقشہ

مرحلہ ۱ — بوجھوں کا کثیر الاضلاع اً بَ جَ جً بً اَم اً مثال ۲ کی طرح۔

مرحلہ ۲ — جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل — جوڑوں کے کثیر الاضلاع حسب ذیل ہیں:—

اَ	کے لیے	بَ اَم طَ بَ
بَ	کے لیے	جَ بَ طَ قَ جَ
ھ	کے لیے	قَ طَ م طً قً قَ
د	کے لیے	جً جَ قَ قً جً
اً	کے لیے	م اًبً طَ م

بَ کے لیے　　طَ بَ جَ قَ طَ

نوٹ۔ قَ قَ انتصابی ہونا چاہیے۔

عام ضابطے

تَ۲ = طَ بَ = م بَ ۔ (جب طَ م بَ)/(جب م طَ بَ) = (۳ و/۸) ۔ (جب(۹۰ + عَ))/(جب (ع - عَ)) = ۳ و/۸ جم عَ قم (ع - عَ)　(دھکیل)

ھَ = م طَ = م بَ ۔ (جب م بَ طَ)/(جب م طَ بَ) = (۳ و/۸) ۔ (جب(۹۰ - ع))/(جب (ع - عَ)) = ۳ و/۸ جم ع قم (ع - عَ)　(تناؤ)

كَ = قَ قً = ۲ قَ ھ = ۲ جَ بَ = و/۲　(تناؤ)

سَ = طَ قَ = قَ ھ ۔ (جب طَ ھ قَ)/(جب قَ طَ ھ) = جَ بَ ۔ (جب(۹۰ - ع))/(جب (ع + عَ)) = و/۴ (جم ع)/(جب (ع + عَ))　(دھکیل)

تَ۱ = قَ جَ = ھ بَ = م بَ × قم م ھ بَ = ۳ و/۸ قم ع　(دھکیل)

نیز ظاہر ہے کہ تَ۱ = تً۱، تَ۲ = تً۲، ھَ = ھً، سَ = سً

عمادی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۲۱ (د)

زور نقشہ

شکل ۲۱ (ج)

ڈھانچہ نقشہ

مرحلہ ۱۔ بوجھوں کا کثیر الاضلاع اَ بَ بَ اَ ی اَ ہے، مثال ۴ کی طرح ۔

مرحلہ ۲۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل ۔۔ جوڑوں کے "کثیر الاضلاع" حسب ذیل ہیں :۔

اَ	کے لیے	بَ اَ ی ظَ بَ	
بَ	کے لیے	بً بَ ظَ ق بً	
م	کے لیے	ق ظَ ی ظً ق	(سلاخ بً م پر زور نہیں)
ی	کے لیے	اً بً ق ظً اً	
اً	کے لیے	ی اً ظً ی	
بً	کے لیے	ظً اً ظً	(کوئی بوجھ نہیں)

عام ضابطے

تَ‎۲ = ظَ بَ = ی بَ × مم ی ظَ بَ = (سَ ۔ وَ/۴) مم (عہ ۔ عَہ) (دھکیل)

ھَ = ی ظَ = ی بَ × قم ی ظَ بَ = (سَ ۔ وَ/۴) قم (عہ ۔ عَہ) (تناؤ)

سَ = ظَ ق = ق ن × قم ق ظَ نَ = وَ/۲ . قم (عہ + عَہ) (دھکیل)

تَ = ق بً = ظَ بَ ۔ ظَ نَ = ظَ بَ ۔ ق ن × مم ق ظَ نَ = تَ‎۲ ۔ وَ/۲ . مم (عہ + عَہ) (〃)

تً‎۱ = تً‎۲ = ظً اً = ی اً . (جب ظً ی اً)/(جب ی ظً اً) = سً . جب(۹۰ + عہ + عَہ)/جب (عہ ۔ عَہ) = سً . جم(عہ + عَہ)/جب(عہ ۔ عَہ) (〃)

ھً = ی ظً = ی اً . (جب ی اً ظً)/(جب ی ظً اً) = سً . جب(۹۰ ۔ ۲ عہ)/جب (عہ ۔ عَہ) = سً . جم ۲ عہ/جب(عہ ۔ عَہ) (تناؤ)

کً = ق ظً = ق ع + ع ظً = ۲ سَ جب عَہ + ۲ ھً جب عَہ = ۲ (سَ + ھً) جب عَہ (〃)

کیونکہ ق ظً انتصابی ہے اور ق ظَ، ظَ ع، ع ی، ی ظً سب کے سب اُفق سے زاویہ عَہ بناتے ہیں ۔ اس طرح ظَ اور ی میں سے گذرنے والے نقطے دار افقی خط علی الترتیب ق ع اور ع ظً کی علی القوائم تنصیف کرتے ہیں ۔

نیز سً = ۰ جیسا کہ پہلے سے معلوم ہو سکتا تھا (دفعہ ۱۲۵) کیونکہ بً پر بوجھ نہیں ۔

مثال ۷

بیان ــــــ ایک متشاکل قینچی، ۴۸ فٹ فصل کی کڑیاں وسط میں رباط کی ہوئی، بندھن سلاخ میلان ۱۲ میں رباط کی ہوئی۔

شرائط اور ترقیم (دیکھو دفعہ ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۴۷) و = ۳۰۰۰۰ پونڈ، وَ = ۹۰۰۰ پونڈ۔

انتصابی بوجھ کے لیے ساخت

(پلیٹ ۱)

شکل ۲۲ (ا)　ڈھانچہ نقشہ

شکل ۲۲ (ب)　زور نقشہ

مرحلہ ۱ ــــ بوجھوں کا کثیر الاضلاع اَ بَ جَ جَ بَ اَ م اً مثال ۴ کی طرح۔

مرحلہ ۲ ــــ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل۔ جوڑوں کے کثیر الاضلاع حسب ذیل ہیں:۔

اَ	کے لیے	ب ا م ط بَ
بَ	کے لیے	ج بَ طَ قَ ج
ھَ	کے لیے	قَ طَ م ھ قَ
دَ	کے لیے	جً جَ قَ ھ قً جً
اً	کے لیے	م اً بً طً م
بً	کے لیے	طً بً جً قً طً
ھً	کے لیے	م طً قً ھ م

عام ضابطے

ت۲ = طب = م ب [جب طم ب / جب م ط ب] = ۳و/۸ . [جب (۹۰ + عہ) / جب (عہ - عہ)] = ۳و/۸ جم عہ قم (عہ - عہ) (دھکیل)

ھ = م ط = م ب . [جب م ب ط / جب م ط ب] = ۳و/۸ . [جب (۹۰ - عہ) / جب (عہ - عہ)] = ۳و/۸ . جم عہ . قم (عہ - عہ) (تناؤ)

س = طق = ق ع = ق ع × جم طق ع = ج ب جم عہ = و/۴ جم عہ (دھکیل)

ت۱ = ق ج = ع ب = ط ب ۔ ط ع = ط ب ۔ ق ع جب طق ع

= ت۲ ۔ ج ب جب عہ = ت۲ ۔ و/۴ جب عہ (دھکیل)

س = ھ ق = ق و [جب ھ و ق / جب ق ھ و] = (ق ج ۔ و ج) [جب عہ / جب (۲عہ ۔ عہ)] = (ت۱ ۔ و/۸ قم عہ) [جب عہ / جب (۲عہ ۔ عہ)]

= (ت۱ جب عہ ۔ و/۸) . قم (۲عہ ۔ عہ) (تناؤ)

ھ = م ھ = م ن ۔ ن ھ = ب ع × جم م ل ب ۔ ق ھ جم ق ھ ن

= ت۱ جم عہ ۔ س جم (۲عہ ۔ عہ) (تناؤ)

نیز ظاہر ہے کہ ت۱ = ت۱، ت۲ = ت۲، س = س، س = س، ھ = ھ

عمادی بوجھ کے لیے ساخت

(پلیٹ ۱)

شکل ۲۲ (ج)
ڈھانچہ نقشہ

شکل ۲۲ (د)
زور نقشہ

مرحلہ ۱ ۔ بوجھوں کا کثیر الاضلاع ا ب ب ا ی ا، مثال ۴ کی طرح ۔

مرحلہ ۲ ۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل ۔ جوڑوں کے

کثیر الاضلاع حسب ذیل ہیں :۔

اَ	کے لیے	بَ اَی طَ بَ
بَ	کے لیے	بً بَ طَ ق بً
ھَ	کے لیے	ق طَ ی ھ ق
د	کے لیے	اً بً ق ھ طً اً
اً	کے لیے	ی اً طً ی
بً	کے لیے	طً اً طً (بوجھ نہیں)
ھً	کے لیے	ھ ی طً ھ

عام ضابطے

تَ = طَ بَ = ی ب × جم ی طَ بَ = (سَ - وَ/۴) . جم (عہ - عَہ) (دھکیل)

ھَ = ی طَ = ی ب × قم ی طَ بَ = (سَ - وَ/۴) . تم (عہ - عَہ) (تناؤ)

سَ = ق طَ = بً ب = وَ/۲ (دھکیل)

تً = تَ = طً اً = اً ی (جب طً ی اً)/(جب اً طً ی) = سً (جب (۹۰ + عہ + عَہ))/(جب (عہ - عَہ))

= سً (جم (عہ + عَہ))/(جب (عہ - عَہ)) (دھکیل)

سً = ۰ جیسا کہ پہلے سے معلوم ہو سکتا تھا (دفعہ ۱۲۵) کیونکہ بً پر بوجھ نہیں۔

ھً = ی طً = اً ی . (جب ی اً طً)/(جب اً طً ی) = سً (جب (۹۰ - ۲ عہ))/(جب (عہ - عَہ)) = سً . (جم ۲ عہ)/(جب (عہ - عَہ)) (تناؤ)

ھ = ی ھ = ی طً . (جب ی طً ھ)/(جب ی ھ طً) = ھً (جب ۲ (عہ - عَہ))/(جب (۲ عہ - عَہ)) = ۲ سً . (جم ۲ عہ جم (عہ - عَہ))/(جب (۲ عہ - عَہ)) (تناؤ)

سً = ھ طً = ی طً . (جب ھ ی طً)/(جب ی ھ طً) = ھً . (جب عَہ)/(جب (۲ عہ - عَہ)) (تناؤ)

سَ = ھ ق = ھ ع + ع ق = ھ طَ + (ق طَ)/۲ . تم ع ق طَ = سً + سَ/۲ قم (عہ - عَہ) (تناؤ)

مثال ۸

بیان — ایک متشاکل قینچی، ۶۴ فٹ فصل کی، کڑیاں دو داب روکوں سے رباط کی ہوئی، کڑیوں اور بندھن سلاخ کی (جو سیدھی ہے) رباط پر تثلیث ہوتی ہے۔

شرائط اور ترقیم (دیکھو دفعہ ۲۷، ۲۸، ۱۴) و = ۴۰۰۰۰ پونڈ، وَ = ۱۲۰۰۰ پونڈ۔

انتصابی بوجھ کے لیے ساخت

(پلیٹ ۲)

شکل ۲۳ (ا)　　شکل ۲۳ (ب)

ڈھانچہ نقشہ　　زور نقشہ

مرحلہ ۱ — بوجھوں کا کثیر الاضلاع — چونکہ کڑیوں کی تثلیث ہوتی ہے اس لیے ہر حصے پر $\frac{و}{۶}$ بوجھ ہے۔ اس طرح "جوڑوں پر کے معادل بوجھ" یہ ہیں:-

اَ، اً ہر ایک پر $\frac{و}{۱۲}$، بَ، جَ، دَ، جً، بً میں سے ہر ایک پر $\frac{و}{۶}$

ردِ عمل اَ، اً ہر ایک پر $\frac{و}{۲}$ ہیں۔

"بوجھوں کا کثیر الاضلاع" اَ بً جً دً دَ جَ بَ اَ م اً ہے۔

مرحلہ ۲ — جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل — جوڑوں کے کثیر الاضلاع حسب ذیل ہیں:-

اَ کے لیے　بَ اَ م طَ بَ،
بَ کے لیے　جَ بَ طَ قَ جَ،
جَ کے لیے　دَ جَ قَ رَ دَ،
مَ کے لیے　رَ قَ م طَ نَ رَ،
دَ کے لیے　دً دَ رَ نَ رً دً

اً کے لیے　م اً بً طً م
بً کے لیے　طً بً جً قً طً
جً کے لیے　قً جً دً رً قً
مً کے لیے　نَ م طً قً رً نَ

عام ضابطے

تَ۲ = طبَ = م بَ قم م طبَ = (م دَ + دَبَ)۔ قم ع = ۵و/۱۲ قم ع (دھکیل)

ھَ = م ط = م بَ۔ حم م طبَ = ۵و/۱۲ مم ع (تناؤ)

تَ۲ = قَ جَ ، تَ۱ = رَ دَ } = قًبَ = دَبَ۔ قم دَ قً بَ = و/۴ قم ع (دھکیل)

سَ۲ = طقَ = ن قَ۔ تم قَ طن = دًم۔ قم ع = و/۱۲۔ قم ع (دھکیل)

سَ۲ = قَ رَ = جَ دَ = و/۶ (دھکیل)

سَ۱ = رَن = √(رَن² + ن نَ²) = √(جًمً² + (قَن۔ حم قَ ن ن)²)

= √((و/۴)² + (و/۱۲۔ مم ع)²) = و/۱۲ √(۹ + مم² ع) (تناؤ)

ھ = م ن = م جَ۔ مم م ن جَ = (و/۱۲ + و/۶)۔ مم ع = و/۴ مم ع (تناؤ)

نیز تَ۱ = تً۱، تَ۲ = تً۲، تَ۳ = تً۳، سَ۱ = سً۱، سَ۲ = سً۲، سَ۳ = سً۳، ھَ = ھً

عمادی بوجھ کے لیے ساخت

پلیٹ ۲

شکل ۲۳ (ج) ڈھانچہ نقشہ

شکل ۲۳ (د) زور نقشہ

مرحلہ ۱ - بوجھوں کا کثیر الاضلاع - چونکہ کڑیوں کی تثلیث ہوتی ہے اس لیے کڑی اَ د کا ہر حصہ ہوا کے مجموعی دباؤ وَ کا ۱/۳ برداشت کرتا ہے۔ اس طرح جوڑوں کے معادل بوجھ یہ ہیں:-

اَ اور د پر وَ/۶

بَ اور جَ پر وَ/۳

ردِّ عمل ہیں:- $ر = و(۱ - \frac{۱}{۴} قطا^۲ ع) = \frac{۳۹}{۶۴} و$ 　مساوات (۱۸)
$رَ = و \times \frac{۱}{۴} قطا^۲ ع = \frac{۲۵}{۶۴} و$ 　دفعہ (۱۲۸)

اور "بوجھوں کا کثیر الاضلاع" اَبَ م بَ اَ ی اَ ہے۔

مرحلہ ۲۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل:— جوڑوں کے کثیر الاضلاع حسب ذیل ہیں :—

اَ کے لیے بَ اَ ی طَ بَ ، 　اً کے لیے ی اُ طُ ی

بَ کے لیے م بَ طَ ق م ؛ 　بً کے لیے طً اً طً (بوجھ نہیں)

∴ سلاخ بً مً میں فساد نہیں اور $س_۲ = ۰$، نیز $ت_۲ = ت_۲$

جَ کے لیے بً م ق ربً ، 　جً کے لیے طً اً طً (بوجھ نہیں)

∴ سلاخ جً مً میں فساد نہیں اور $س_۲ = ۰$، نیز $ت_۱ = ت_۱$

مَ کے لیے رق طَ ی طَ ر ، 　مً کے لیے طً ی طً

∴ سلاخ مً ی میں فساد نہیں، اور $س_۱ = ۰$، نیز $ھً = ھ$

ی کے لیے اَ بً ر طً اً

نوٹ:- نتائج $تً = تً_۲ = تً_۲$ اور $س_۱ = ۰$، $س_۲ = ۰$، $س_۲ = ۰$ جوڑوں بً، جً، مً پر بوجھ نہ ہونے کا راست نتیجہ ہیں۔ یہ نتائج دفعہ ۱۲۵ کی رُو سے پہلے سے معلوم ہو سکتے تھے۔

عام ضابطے

$ت_۲ = طَ بَ = ی ب . مم ی طَ بَ = (ر - \frac{و}{۴}) مم ع$ (دھکیل)

$ھَ = ی طَ = ی ب$ قم ی طَ بَ $= (ر - \frac{و}{۴})$ قم ع (تناؤ)

$تَ_۲ = ق م = طَ بَ - طَ ن = طَ بَ -$ ق ن مم ق طَ ن $= ت_۲ - \frac{و}{۲} . مم ۲ ع$ (دھکیل)

$سَ_۲ = طَ ق = ق ن .$ قم ق طَ ن $= \frac{و}{۲}$ قم ۲ ع (دھکیل)

$سَ_۱ = ق ر = ق ن$ قطا ن ق ر $= \frac{و}{۲}$ قطا ع (دھکیل)

$تَ_۱ = ربً = رت + ن بً = ن ق . مم ن رق + ن بً = \frac{و}{۲}$ مس ع $+ ت_۲$ (دھکیل)

تَ۱ = تَ۲ = تَ۳ = طَ اَ = اَم . قم اَطَم = ۹/۲ قم ۲ع = ۹/۴ قم ع . قطعہ (دھکیل)
ھ = ھَ = ی طَ = یم . قم ی طَم = (ہَ – ۹/۲) قم ع (تناؤ)
سَ۱ = طَرَ = طَو قم طَرو = ۹/۳ قم مَ ءاَ = ۹/۲ قم (عَ – ع) (تناؤ)
سَ۱ = ۰ ، سَ۲ = ۰ ، سَ۲ = ۰

مجموعی "عملی زور" کا حساب دیکھو دفعات ۶، ۱۴۶

سلاخیں	شکل ۲۳ کا حوالہ	زور	زور[1] پونڈوں میں: انتصابی بوجھ کی وجہ سے	زور پونڈوں میں: ہوا کی وجہ سے: اعظم	زور پونڈوں میں: ہوا کی وجہ سے: اقل	مجموعی "عملی زور" پونڈوں میں	زور کی نوعیت
بالائی حصہ	ءجَ یا ءجً	تَ۱ یا تً۱	۲۲۲۲۲ ۲/۹	۸۹۱۶ ۲/۳	۶۲۵۰	۳۱۱۲۸ ۸/۹	دھکیل
وسطی "	جَ بَ یا جً بً	تَ۲ یا تً۲	۲۲۲۲۲ ۲/۹	۶۲۵۰	۵۹۱۶ ۲/۳	۲۸۴۷۲ ۲/۹	"
زیرین "	بَ اَ یا بً اً	تَ۳ یا تً۳	۲۷۷۷۷ ۷/۹	۷۰۸۳ ۱/۳	۶۲۵۰	۳۴۸۶۱ ۱/۹	"
بیرونی "	مَ اَ یا مً اً	ھَ یا ھً	۲۲۲۲۲ ۲/۹	۸۸۵۴٫۲	۲۱۸۷ ۱/۲	۳۱۰۷۶٫۴	تناؤ
وسطی "	مَ مً	ھ	۱۳۳۳۳ ۱/۳	۲۱۸۷ ۱/۲	"	۱۵۵۲۰ ۵/۶	"
رباط	ءمَ یا ءمً	سَ۱ یا سً۱	۱۰۹۴۳٫۲	۸۲۰۷٫۴	صفر	۱۹۱۵۰٫۶	"
داب روک	جَ مَ یا جً مً	سَ۲ یا سً۲	۶۶۶۶ ۲/۳	۵۰۰۰	"	۱۱۶۶۶ ۲/۳	دھکیل
داب روک	بَ مَ یا بً مً	سَ۲ یا سً۲	۵۵۵۵ ۵/۹	۴۱۶۶ ۲/۳	"	۹۷۲۲ ۲/۹	"

نوٹ :- "عملی زور" (دفعہ ۱۴۶) = انتصابی بوجھ کی وجہ سے زور + (اسی نوعیت کا) اعظم زور ہوا کی وجہ سے (کسی طرف سے)۔

[1] اوپر کی جدول کی قیمتیں ضابطوں سے حاصل کی گئی ہیں ان کو پیمائش سے بھی معلوم کر سکتے تھے۔ پیمائش کے نتائج اتنے صحیح تو نہیں ہو سکتے لیکن عملی انجینیری میں اتنی باریک صحت کی ضرورت نہیں ہوتی۔

نوٹ ـــ اگرچہ "عملی زور" کا حساب لگانے کے لیے قینچی پر ہوا کے اعظم زور کی ضرورت ہوتی ہے - لیکن عام طور پر ضروری ہوتا ہے کہ دونوں زوروں کو عددی طور پر (یا اگر بہتر خیال کیا جائے تو "زور نقشے" کی پیمائش سے) معلوم کیا جائے تاکہ تعیین ہو کہ کونسا زور زیادہ ہے - اسی لیے اوپر کی جدول میں دونوں زور دیے گئے ہیں۔

مثال ۸ میں ابعاد کا حساب

ایک پوری قینچی مثلاً مثال ۸ کی قینچی کے بٹواں لوہے کے ابعاد کا حساب لگانے سے تناؤ اور بچپکاؤ کے باب ۲ اور ۳ کے اصولوں کی اچھی وضاحت ہو جائیگی۔

ابعاد ایسے ہونے چاہییں کہ گذشتہ جدول میں جو مجموعی "عملی زور" معلوم کیے گئے ہیں اُن کو برداشت کر سکیں۔

نوٹ۔ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ اس قینچی کی کڑیوں پر بوجھ پھاڑی کے ذریعے صرف جوڑوں پر عمل کرتا فرض کیا گیا ہے (دیکھو دفعہ ۱۴۷) - اس طرح عرضی فساد کے زور شامل نہیں ہوتے۔

عمودی تراشیں اور سلامتی کی قدریں

تناؤ والی سلاخیں ـــ ان کے لیے موزوں شکل گول سلاخی لوہا ہے۔ س = ۴ (دفعہ ۳۱)۔

کڑیاں :ـــ ٹی پٹیاں موزوں ہیں۔ سر باہر کی طرف ہو تاکہ پھاڑیاں چپٹے سرے پر ٹکیں اور آسانی سے باندھی جا سکیں۔ س = ۴ (دفعہ ۵۴)۔

داب روک :ـــ دوزاویئی پٹیاں بیٹھ سے بیٹھ لگی ہوئی موزوں ہونگی - کیونکہ اس طرح وہ ٹی پٹی کی کڑی کی ٹانگ سے اور بندھن سلاخ سے جوڑوں پر (جن کو اس مطلب کے لیے چپٹانا چاہیے) اس طرح وصل ہونگی کہ حاصل زور اس مرکب داب روک میں تقریباً تشاکل واقع ہوگا (دیکھو دفعہ ۷۶ ـــ (۶) جس سے اس انتظام کا مناسب ہونا معلوم ہوگا) - لیکن چونکہ ایسا کرنے پر بھی زور بالکل یکساں منقسم نہیں ہوگا اس لیے مناسب ہے کہ سلامتی کی قدر کڑیوں کی نسبت زیادہ رکھی جائے۔ (دفعات ۵۴، ۷۶ ـــ (۶)) س = ۵ لے سکتے ہیں۔

مضبوطی کے مقیاس۔ فٹ = ۶۰۰۰ ، فس = ۳۶۰۰۰ (ضمیمہ کتاب)

ابعاد کا حساب

ترقیم دفعات ۳۱ ، ۵۴ — یاد رکھو کہ ذیل میں و ہر ایک سلاخ کا علٰحدہ علٰحدہ "عملی بوجھ" ہے (تناؤ یا کچلاؤ) جیسا کہ باب ۲، ۳ میں مطلوب ہے۔ اس و کو پوری قینچی کے عملی بوجھ سے خلط ملط نہیں کرنا چاہیے۔

تناؤ والی سلاخیں :— ان کی تجویز آسان ہے۔ کیونکہ گول ہونے کی وجہ سے س = $\frac{\pi}{4}$ ق^۲ ، نیز فٹ س = س و (مساوات ۱ اور ۲ دفعہ ۳۱)

$$\therefore \; ق = \sqrt{\frac{4}{\pi}\cdot\frac{و}{فٹ}} = \sqrt{\frac{و \times ۴ \times ۷}{۶۰۰۰ \times ۲۲}} = \sqrt{\frac{۱۴ \; و}{۱۵۰۰۰ \times ۱۱}}$$

جہاں و "مجموعی عملی زور" ہے۔ اس کی قیمت "مجموعی عملی زور" کی جدول سے لینے سے :—

بندھن سلاخ، بیرونی حصہ، و = ۳۱۰۷۶ ، ∴ ط = ۱۲۶ انچ یا کہو $1\frac{5}{8}$ انچ

بندھن سلاخ، وسطی حصہ، و = ۱۵۵۲۰ ، ∴ ط = ۱۱۴ء۱ انچ یا کہو $1\frac{1}{8}$ انچ

رباط، و = ۱۹۱۵۱ ، ∴ ط = ۶۲۵ء۱ انچ یا کہو $1\frac{5}{8}$ انچ

نوٹ۔ یہ خوب ذہن نشین رہنا چاہیے کہ اس طرح سے قطر ط کی یا بندھنوں کے عرض کی جو قیمت حاصل ہوگی وہ ہر سلاخ کی عمودی تراش کے خالص رقبہ کے لیے ہے (یعنی ریوٹ اور بولٹ کے سوراخوں کو وضع کرنے کے بعد۔ دیکھو دفعہ ۳۱)۔ نیز بندھنوں کے سروں کے جوڑوں کا اس طرح انتظام کرنا چاہیے کہ حاصل زور ہر سلاخ کے محور پر منطبق ہو (دیکھو دفعہ ۳۲)، ورنہ بندھن حساب کردہ موٹائی سے زیادہ موٹے رکھنے پڑینگے۔

کڑی ر أ یا ر أَ — تعمیری مفاد کے لحاظ سے یہ مناسب ہے کہ کڑی سالم اور یکساں تراش کی بنائی جائے۔ لیکن ظاہر ہے کہ یہ تراش ایسی ہونی چاہیے کہ اُس زیادہ سے زیادہ زور کو برداشت کرے جو اُس کے کسی حصے پر پڑ سکتا ہے (یعنی یہ حصہ سب میں زیرین حصہ ب أ یا بَ أَ ہے)، یہ زور $\frac{1}{4}$ ۳۴۸۶۱ پونڈ ہے۔

اوپر کے دو حصوں کو زیرین حصے (جس پر سب سے زیادہ "زور" پڑتا ہے) کے برابر بنانے سے لوہے کی جو تھوڑی تضیع ہوگی وہ بہت خفیف ہوگی۔ دیکھو "علی زوروں" کی جدول۔

کڑی کو تجویز کے لیے ایسا ستون سمجھا جا سکتا ہے جس کا طول = ½ کڑی کا طول = ل/۲ — اور دونوں سرے ثابت سمجھے جا سکتے ہیں بشرطیکہ گری دیوار دا سے اور داب روکوں کے سروں پر ریتائی احتیاط کے ساتھ اس طرح کی جائے کہ تمام جوڑ بہت صلب ہوں (اور یہ موجودہ قینچی کی طرح بڑی قینچیوں میں آسانی سے کیا جا سکتا ہے)۔ اس انتظام کی تفصیل "جوڑوں" کے عنوان کے تحت آئیگی۔

چونکہ اختیار کی ہوئی عمودی تراش (ٹی پٹی) میں چار مقداریں معلوم کرنے کی ہیں (یعنی چوڑائی، گہرائی، اور دو موٹائیاں) اور صرف ایک مساوات موجود ہے یعنی علی زور = علی مزاحمت، اس لیے ض، گ، م کے درمیان تین شرطیں مان لینی پڑینگی (دیکھو دفعہ ۱۷ — (۳))۔ آسانی اس میں ہوگی کہ دفعہ ۱۷ میں بیان کیے ہوئے وجوہ سے ض اور گ کی قیمتیں مان لی جائیں۔

ض، گ کی قیمتیں اختیار کرتے وقت بطور ایک ہدایت کے یہ یاد رکھنا چاہیے کہ تراش میں زیادہ رقبہ ہونا چاہیے بہ نسبت اس کے کہ تجویز "چھوٹے ستون" کے لیے کی جائے اور چھوٹا ستون ماننے سے (دفعہ ۷۰، مساوات (۲) کی رو سے)

$$ر = س و \div ف = ۴ \times ۳۴۸۶۱ \div ۳۶۰۰۰ = ۳٫۸۷ \text{ انچ}$$

اس کی مناسبت سے سر کی چوڑائی = ۵″، ٹانگ کی گہرائی = ۴″، سر اور ٹانگ دونوں کی موٹائی = م لینے سے

مجموعی رقبہ ر = ۵م + (۴ − م) م = (۹م − م²) مربع انچ

کم سے کم چوڑائی گ = ۴″، ل = ۱۲ ل = (۱۲ × ۴۰/۲)

گارڈن[1] کا ضابطہ مساوات (۱۸) دفعہ ۷۰ کی رو سے :-

[1] Gordon

س و = فس × سہ ÷ {۱ + ج (ل/گ)^۲}

∴ (۹م − م^۲) = سہ = س و × {۱ + ج (ل/گ)^۲} ÷ فس

= (۳۴۸۶۱ × ۴)/۳۶۰۰۰ {۱ + ۱/۳۰۰۰ ((۱۲ × ۴۰)/(۴ × ۳))^۲}

= ۳٫۸۷۴ {۱ + ۸/۱۵} = ۵٫۹۴

∴ م = ۰٫۷۲ انچ تقریباً یا کھو ۳/۴ انچ۔

اس لیے کڑیاں ۵″ × ۴″ × ۳/۴″ کی ٹی پٹی کی بنائی جا سکتی ہیں۔

داب روک —— ان کی تجویز "ستونوں" کی طرح ہونی چاہیے جن کا طول جَ مَ یا جً مً (= ۱۶′) اور بَ مَ یا بً مً (= ۱۳½′) ہے، اور "دونوں سرے ثابت" سمجھے جائیں بشرطیکہ سروں پر ریٹائی احتیاط سے اس طرح کی جائے کہ جوڑ صلب ہوں (یہ انتظام بڑی قینچیوں میں جیسی کہ موجودہ قینچی ہے عام طور پر ہو سکتا ہے)۔

چونکہ انتخاب کی ہوئی تراش میں (دوزاویئی پٹیاں ۶۳) متعدد مقداریں (بازوؤں کے طول اور موٹائیاں) دریافت طلب ہیں اور صرف ایک مساوات ہے (یعنی عملی زور = عملی مزاحمت) اس لیے مطلوبہ مقداروں کے درمیان متعدد شرائط مان لینی پڑینگی (دفعہ ۱۷ — (۳))۔

تعمیری مفاد کے لحاظ سے آسانی اس میں ہے کہ زاویئی پٹیاں ایک جیسی لی جائیں اور یکساں موٹائی کی اور نیز بازوؤں میں نسبت ۱ : ۲ لی جائے تاکہ جب پٹیاں ملا کر رکھی جائیں تو مرکب "داب روک" کی چوڑائی اور گہرائی مساوی ہوں یعنی ض = گ۔ نیز بہتر یہ ہے (دفعہ ۱۷ - (۳) کے وجہ سے) کہ ض اور گ کی قیمتیں مان لی جائیں اور اس طرح صرف م معلوم کرنا رہ جائے۔

ض، گ کی قیمتیں اختیار کرنے میں ایک ہدایت کے طور پر یہ معلوم ہونا چاہیے کہ تراش میں "چھوٹے ستون" کی تجویز کی نسبت رقبہ زیادہ ہو۔ چھوٹے ستون کی تجویز کے مطابق رقبے یہ ہونگے (دفعہ ۷۵ مساوات (۲) کی رُو سے)۔

جَ مَ یا جً مً کے لیے، سہ = س و ÷ فس = ۱۱۶۶۶ × ۵ ÷ ۳۶۰۰۰ = ۱½ مربع انچ تقریباً

ب مَ یا بَ مَ کے لیے ر = س و ÷ ف = ۵ × ۹۷۲۲ ÷ ۳۶۰۰۰ = $\frac{1}{4}$۱ مربع انچ تقریباً۔
یہ دونوں رقبے اتنے قریب قریب ہیں کہ تعمیری آسانی کے لیے بہتر ہوگا کہ ان سب کو ایک جیسا بنایا جائے اور اس طرح جَ مَ یا جَ مَ کے مانند (جن کی تراش زیادہ زور کی وجہ سے زیادہ ہے اور خاص طول ل بھی زیادہ ہے)۔

زاویئی پٹیوں کے بازو ۳ انچ اور $\frac{1}{2}$۱ انچ لینے سے یعنی

گ = ۳″، ض = $\frac{1}{2}$۱″ + $\frac{1}{2}$۱″ = ۳″، ر = ۲ × {$\frac{1}{2}$۱″ × م + م (۳ - م)} = ۹ م - ۲ م^2

اس لیے گارڈن[1] کے ضابطے سے (مساوات (۱۸) دفعہ ۷۰)

$$۹م - ۲م^2 = ر = \frac{س و}{ف} \times \left\{ ۱ + ج \left(\frac{۱۲ ل}{گ} \right)^2 \right\}$$

$$= \frac{۱۱۶۶۶ \times ۵}{۳۶۰۰۰} \times \left\{ \frac{۲۵۶ \times ۱۴۴}{۹ \times ۳۰۰۰} + ۱ \right\} = \frac{۵۸۳۳}{۳۶۰۰} \times ۲٫۳۶۵$$

= ۳٫۸۳ مربع انچ

∴ اس سے حاصل ہوتا ہے م = $\frac{1}{2}$ انچ تقریباً۔

اس لیے تمام داب روک دو دو زاویئی پٹیوں کے بنائے جاسکتے ہیں جن میں سے ہر ایک ۳″ × $\frac{1}{2}$۱″ × $\frac{1}{2}$″ ہو۔

مثال ۹

بیان — ایک متشاکل قینچی، ۶۴ فٹ فصل کی، کڑیاں دو داب روکوں سے رباط کی ہوئی، کڑیوں اور بندھن سلاخ کی (جو سیدھی ہے) رباط پر تثلیث ہوتی ہے۔
شرائط اور تقییم (دیکھو دفعہ ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۴۷) — و = ۴۰۰۰ پونڈ، وَ = ۱۲۰۰۰ پونڈ۔

انتصابی بوجھ کے لیے ساخت

[1] Gordon

شکل ۲۴ (ا) ڈھانچہ نقشہ

شکل ۲۴ (ب) زور نقشہ } پلیٹ (۳)

مرحلہ ۱۔ بوجھوں کا کثیر الاضلاع مثال ۸ کی طرح ک ب ج د د ج ب ا م ا

مرحلہ ۲۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل۔ جوڑوں کے کثیر الاضلاع حسب ذیل ہیں :۔

ا کے لیے ب ا م ط ب،
ب کے لیے ج ب ط ق ج،
م کے لیے ق ط م ن ق،
ج کے لیے د ج ق ن ر د،
م کے لیے ر ن م ن ر ر
د کے لیے د د ر ر د

ا کے لیے م ا ب ط م ا
ب کے لیے ط ب ج ق ط
م کے لیے م ط ق ن م
ج کے لیے ن ق ج د ر ن

عام ضابطے

ت = ط ب = م ب قم م ط ب = ۵و/۱۲ قم ع (دھکیل)

ھ = م ط = م ب حم م ط ب = ۵و/۱۲ حم ع (تناؤ)

ق = ق ن = ½ ق ق = ½ ج ب = و/۱۲ (تناؤ)

س = ط ق = ق ن قم ق ط م = و/۱۲ قم ع (دھکیل)

ک = ر ر = د ج + ج د = و/۳ (تناؤ)

ت = ق ج = ط ب ۔ ط ق = ت ۔ س = و/۲ قم ع (دھکیل)

ت = ر د = ط ب ۔ ط ر = ت ۔ ۲س = و/۴ قم ع (دھکیل)

ھ = م ن = ق ب جم ع = ت جم ع = و/۴ حم ع (تناؤ)

س ا = ن ر = √ن ن ا۲ + ر ن ا۲ = √(ق ن م ق ن ن)۲ + د ج۲

= √(و/۱۲ م ع)۲ + (و/۴)۲ = و/۱۲ √۴ + م۲ ع (دھکیل)

عمادی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۲۴ (ج) ڈھانچہ نقشہ — شکل ۲۴ (د) زور نقشہ

مرحلہ ۱ ۔ بوجھوں کا کثیر الاضلاع مثال ۸ کی طرح اَ بَ م بَ اَ یٰ اَ

مرحلہ ۲ ۔ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل ۔ جوڑوں کے کثیر الاضلاع حسب ذیل ہیں :—

اَ	کے لیے	بَ رَ یٰ طَ بَ	،	اٗ کے لیے	یٰ اَ طَ یٰ	
بَ	”	م بَ طَ قَ م	،	بٗ ”	طَ اَ طَ	(بوجھ نہیں)
مَ	”	ق طَ یٰ ن ق	،	مٗ ”	یٰ طَ یٰ	(”)
جَ	”	بَ م ق ن ر بَ	،	جٗ ”	طَ اَ طَ	(”)
م	”	ر ن یٰ طَ ر				(”)
ی	”	اَ بَ ر طَ اَ				

نوٹ ۔ کثیر الاضلاعوں کی ساخت سے نظر آتا ہے کہ سلاخیں بَ مَ ، مَ جَ ، جَ م بے فساد ہیں ۔

∴ س مٗ = ۰ ، قَ = ۰ ، س بَ = ۰
نیز تٗ = تٗ = تٗ اور ھٗ = ھٗ

} یہ بھی پہلے سے معلوم ہو سکتا تھا کیونکہ جوڑ بَ ، مَ ، جَ بغیر بوجھ کے ہیں ۔ دیکھو دفعہ ۱۲۵

عام ضابطے

تَ۲ = طَبَ = ی بَ مم ی طَبَ = (رَ - وَ/۲) . مم ع (دھکیل)

ھَ۲ = ی طَ = ی ب قم ی طَبَ = (رَ - وَ/۲) قم ع (تناؤ)

سَ۲ = طَق = ق ن قم ق طَن = م ب قم ۲ ع = وَ/۴ قم ۲ ع (دھکیل)

تَ۲ = ق م = طَبَ - طَن = طَبَ - ق ن مم ق طَن

= تَ۲ - وَ/۴ مم ۲ ع (دھکیل)

قَ = ن ق = طَق جب ق طَن = سَ۲ . جب ع = وَ/۴ قط ع (تناؤ)

تً = تً۲ = طً اً = اً م . قم اً طً م = وَ/۲ قم ۲ ع (دھکیل)

ھً = ھً۲ = ی طً = ی م . قم ی طً م = (رَ - وَ/۲) قم ع (تناؤ)

كً = ر طً = طً ع . قط ر طً ع = م بً . قط ر طً ع = وَ/۲ . قط ع (تناؤ)

ھَ = ی ن = ی طَ - طَن = ی طَ - ق طَ جم ع = ھَ۲ - سَ۲ . جم ع = (رَ - وَ/۲) قم ع (تناؤ)

سً = √(ر طً² + ن طً²) = √(ر طً² + (ی ن - ی طً)²) = √(كً² + (ھَ - ھً)²)

= √(كً² + (وَ/۴ قم ع)²) = وَ/۴ √(۴ قط² ع + قم² ع) (دھکیل)

تً = ربً = رع + طً م = طً ع . مس ر طً ع + م ی حم ی طً م

= وَ/۲ مس ع + (رَ - وَ/۲) حم ع (دھکیل)

سً۲ = ۰ ، قً = ۰ ، سً = ۰

مثال ۱۰

بیان ـــ ایک متشاکل رانی کھم قینچی، ۲۴ فٹ فصل کی کڑیوں کی رباط پر تثلیث۔

شرائط اور ترقیم (دیکھو دفعہ ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۴۷) ـــ و = ۲۰۰۰ پونڈ، ا = ۱۰۰۰ پونڈ، ق = ۲۰۰۰ پونڈ، وَ = ۱۲۰۰۰ پونڈ۔

یہ قینچی اور اُس کے اوپر کا بوجھ وہی ہیں جو مثال ۲ طریقہ ۱ میں ہیں۔

انتصابی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۲۵ع (ا)

ڈھانچہ نقشہ

شکل ۲۵ع (ب)

زور نقشہ

مرحلہ ۱ ــــ بوجھوں کا کثیر الاضلاع "جوڑوں پر کے معادل بوجھ" وہی ہیں جو مثال ۸ میں ہیں سوائے اُس فرق کے کہ نگری پر بوجھ و۱ اور رانی ڈنڈوں کے پایوں پر بوجھ وَ۱ کے اضافے سے ۶ پر معادل بوجھ (و/۲ + و۱) اور مَ اور مً پر وَ۱ ہیں۔

نیز ردِّ عمل اَ اور اً پر ((و + و۱)/۲ + وَ۱) ہیں۔

کڑیوں اور بندھن سلاخوں کے بوجھوں کے لیے علیحدہ "بوجھ کے خط" لینے سے (جیسا کہ مثال ۵ میں سمجھایا گیا ہے) بوجھوں کا کثیر الاضلاع اَبَ جَ دَ دً جً بً اًعاً عاَ اَ ہے جس میں خطوط اًعاً اور عاَ اَ متراکب ہیں۔

مرحلہ ۲ ــــ جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل ــ جوڑوں کے کثیر الاضلاع حسب ذیل ہیں :ــ

اَ کے لیے بَ اَ عاَ طَ بَ ،

بَ کے لیے جَ بَ طَ قَ جَ ،

مَ کے لیے قَ طَ عاَ م ن قَ ،

جَ کے لیے دَ جَ قَ ن ن دَ ،

۶ کے لیے دً دَ ن دً

اً کے لیے عاً اً بً طً عاً

بً کے لیے طً بً جً قً طً

مً کے لیے ن م عاً طً قً ن

جً کے لیے قً جً دً ن ن قً

عام ضابطے

تَ٢ = طَبَ = بَ عاَ قم بَ طَعاَ = (بَم + م عاَ) . قم عہ

= {و/٦ + و/٦ + ١/٢ (و/٦ + و١) + وَ١} قم عہ = (٥و/١٢ + و/٢ + وَ١) . قم عہ (دھکیل)

ھَ = عاَطَ = بَ عاَ حم بَ طَعاَ = (٥و/١٢ + و/٢ + وَ١) . حم عہ (تناؤ)

سَ = طَقَ = قَنَ قم قَ طَنَ = قَعَ/٢ قم عہ = جَبَ/٢ . قم عہ = و/١٢ قم عہ (دھکیل)

تَ٢ = قَجَ = عَبَ − طَبَ − طَعَ = طَبَ − طَقَ

= تَ٢ − سَ = (و/٣ + و/٢ + وَ١) قم عہ (دھکیل)

قَ = قَن = قَنَ + نَن = قَنَ + عَام = قَعَ/٢ + عَام

= جَبَ/٢ + عَام = و/١٢ + وَ١ (تناؤ)

تَ١ = ندَ = مدَ . قم م ندَ = ١/٢ (و/٦ + و١) قم عہ (دھکیل)

ھ = من = عاَطَ − طَنَ = عاَطَ − قَطَ . جم قَطَنَ

= ھَ − سَ . جم عہ = (و/٣ + و/٢ + وَ١) . جم عہ (تناؤ)

ھ = نن = من − من = من − مدَ حم م ندَ

= ھ − ١/٢ (و/٦ + و١) . حم عہ = (و/٤ + وَ١) حم عہ (دھکیل)

طالب علم اِن نتائج کا اُن نتائج سے مقابلہ کرے جو تحلیل والے طریقے سے (دفعہ ۱۳۹) حاصل ہوئے۔ ظاہر ہے کہ دونوں ایک ہی ہیں۔ دونوں طریقوں کے مرحلوں کا مقابلہ کرنے سے کثیرالاضلاعی طریقے کی آسانی ظاہر ہوگی۔

عمادی بوجھ کے لیے ساخت

شکل ۲۵ (ج)

ڈھانچہ نقشہ

شکل ۲۵ (د)

زور نقشہ

مرحلہ ۱ ——— بوجھوں کا کثیر الاضلاع مثال ۸ کی طرح
اَبَ م بَ اَ یَ اَ۔

مرحلہ ۲ ——— جوڑوں پر کے بوجھوں کی تحلیل ۔

ابتدائی نوٹ ـــ چونکہ اِس زور نقشے کی ساخت ذرا مشکل ہے اِس لیے اسے پورے طور پر سمجھایا جائیگا ۔ آزمائش پر معلوم ہوگا کہ قینچی میں کھُلے ذو اربعۃ الاضلاع جَ مَ مَ جَ (شکل ۲۵ (ا) یا ۲۵ (ج) کی وجہ سے چھت کی صرف ایک جانب مثلاً اَ پر عادی بوجھ کے تحت قوتوں کے تمام کثیر الاضلاعوں کا بند ہونا ناممکن ہے ۔ وجہ یہ ہے کہ اس قینچی کا تعادل غیر متشاکل بوجھ کے تحت اِس مفروضے کے ساتھ کہ جوڑ "آزاد" ہیں ناممکن ہے (دفعہ ۱۱۳) ۔ واقعہ یہ ہے کہ غیر متشاکل بوجھ کے تحت کوئی آزاد جوڑوں والا کھُلا متشاکل کثیر الاضلاع (جیسا کہ ذو اربعۃ الاضلاع جَ مَ مَ جَ ہے) تعادل میں نہیں رہ سکتا {(مثلاً یہ کہ صرف ایک جانب ہوا کا دباؤ ہو)} ۔

نوٹ ۔ یہ ایک اچھی مثال ہے "کثیر الاضلاعی طریقے" کی عمدگی کی کہ (اگر پیمانہ پر ٹھیک ٹھیک کھینچا جائے) تجویز کا نقص ظاہر کر دیتا ہے (کم از کم "آزاد" جوڑوں والے مفروضے کے تحت) (دیکھو دفعہ ۱۱۳) ۔ طریقۃ ۱ سے بھی یہ بات معلوم ہو جاتی لیکن اتنی آسانی سے نہیں ۔

اس طرح ظاہر ہے کہ "آزاد جوڑوں" کے مفروضے کی رُو سے مزید رباط کی ضرورت ہے تاکہ غیر متشاکل بوجھ کے تحت تعادل ہو سکے ۔

یہ کئی طرح سے کیا جا سکتا ہے : سب میں سادہ طریقہ یہ ہوگا کہ سلاخوں جَ مَ ، جَ مَ کا اضافہ کر کے کھُلے ذو اربعۃ الاضلاع کو مثلثوں میں تقسیم کر دیا جائے ۔ کیونکہ مثلث ہی وہ شکل ہے جو بوجھ کی ہر تقسیم کی مزاحمت "آزاد جوڑوں" کے ساتھ کر سکتی ہے ۔

نوٹ ۔ جَ مَ ، جَ مَ میں سے صرف ایک سلاخ تعادل کے لیے ضروری ہے لیکن دستور یہ ہے کہ تشاکل کی خاطر دونوں سلاخیں لگائی جائیں ۔ پھر بھی مزاحمت دراصل ایک وقت میں ایک ہی سلاخ کرتی ہے ۔ دائیں طرف کی ہوا کی مزاحمت ایک سلاخ

اور بائیں طرف کی دوسری ۔ اس طرح دائیں طرف کی ہوا کی صورت میں نقشہ اُتارتے وقت (جیسا کہ شکل میں کیا گیا ہے) ایک سلاخ کو نظر انداز کیا جاتا ہے ۔ اسی طرح اگر بائیں طرف کی ہوا کے لیے اگر خاص طور پر علیحدہ نقشہ اُتارا جائے تو دوسری سلاخ نظر انداز کی جائیگی ۔ لیکن ایک وقت میں ایک ھی سلاخ لگانے کی ایک تحلیلی وجہ بھی ہے اور وہ یہ ہے کہ "غیر معین مسئلہ" کی دقت سے جو پیدا ہوجائیگی بچیں ۔

یہ اختیاری ہے کہ کس موقع پر کونسی سلاخ لگائی جائے ۔ ڈھانچہ نقشے میں (شکل ۲۵ (ج)) دائیں جانب کی ہوا کے لیے سلاخ جَ مَ لگائی گئی ہے ۔ اور یہ سمجھا جائے کہ سلاخ جً مَ صرف بائیں جانب کی ہوا کی مزاحمت کے لیے ہے ۔

زور نقشے کی ساخت ــــ سلاخ جَ مً لگا لینے کے بعد اب زور نقشہ کھینچنے میں کوئی دقت نہیں ہوتی (شکل ۲۵ (د)) ۔ جوڑوں کے کثیر الاضلاع حسب ذیل ہیں :-

اَ جوڑ کے لیے بَ اَ ی طَ بَ ، اً جوڑ کے لیے ی اً طً ی
بَ " " م بَ طَ ق م ، بً " " طً اً طً (بوجھ نہیں)
مَ " " ق طَ ی ن ق ، مً " " ن ی طً ن

نوٹ ــ اگر جَ مً کے علاوہ سلاخ جً مَ بھی لگائی جاتی تو جوڑ مَ پر دو سے زیادہ نامعلوم زور ہوتے یعنی مَ مً ، مَ جً ، مَ جَ کے زور ۔ اور یہ مسئلہ غیر معین ہوجاتا (دفعہ ۱۲۶) ۔ جوڑوں کو کسی اَور ترتیب میں لینے سے بھی یہ مشکل دُور نہ ہوتی ۔ باقی کثیر الاضلاع یہ ہیں :-

جَ کے لیے بً م ق ن ج ر بً ، جً کے لیے ر ع طً اً ر (بوجھ نہیں)
د " اً بً ر اً

عمل کی تنقیح ــ ظاہر ہے ۔

نوٹ ــ بائیں طرف کی ہوا کے لیے سلاخ جً مَ لگائی جائیگی اور جَ مً مذکورۂ بالا وجوہ کے باعث ہٹالی جائیگی ۔ شکل کے تشاکل سے ظاہر ہے کہ جً مَ کا زور وہی ہوگا جو دائیں طرف کی ہوا میں جَ مً کا ہے ۔ پایا جائیگا کہ یہ دونوں

پچکاؤ میں ہونگی - لیکن اگر باہم بدل دی جائیں یعنی دائیں طرف کی ہوا کے لیے جً مَ ہو اور بائیں طرف کے لیے جَ مً تو (نیا زور نقشہ بنانے سے) معلوم ہوگا کہ دونوں تناؤ میں ہونگے -

عام ضابطے

تَ۲ = طَبَ = یبَ مم ی طَبَ = (سَہ - وَ/۲) . جم عہ (دھکیل)

ھَ = ی طَ = ی بَ . تم ی طَبَ = (سَہ - وَ/۲) . تم عہ (تناؤ)

سَ = طَ قَ = ق ن . تم ق طَن = وَ/۲ . قم۲ عہ (دھکیل)

قَ = ق ن = طَ ق . جب ق طَن = سَ جب عہ = وَ/۲ . قطعہ (تناؤ)

تً۲ = تَ۲ = ڈ رً = رًم . قم رًطًم = وَ/۲ قم۲ عہ (دھکیل)

تًا = زرً = رًبً . تم رًبً = وَ/۲ . تم۲ عہ (دھکیل)

تَا = ربً = رًبً . مم رًبً = وَ/۲ . مم۲ عہ (دھکیل)

ھ = ی ن = ی طَ - طَن = ھَ - سَ . جم عہ = (سَہ - وَ/۲) قم عہ (تناؤ)

ھً = ی طً = ی م . تم ی طًم = (سَہ - وَ/۲) . قم عہ (تناؤ)

س = سَ ، سً = ۰ ، قً = قَ

ھ = ع ر = ع طً . مم ع رطً = قً مم عہ = وَ/۲ قم عہ (دھکیل)

طلبہ کو ہدایت

طریقہ ۱ (یعنی تحلیلی طریقے) سے قینچیوں کے زور معلوم کرنے میں مبتدی ذیل کی غلطی بڑی کثرت سے کرتے ہیں :-

مثلاً شکل ۱۶ (ا) کی قینچی کی سادہ ترین مثال لو - ک پر "معادل بوجھ" و/۲ قرار دے کر وہ کہتے ہیں -

"ظاہر ہے (؟) کہ و/۲ کی وجہ سے ک اَ اور ک اً میں زور اُن سمتوں

میں و/۲ کے اجزاءِ تحلیلی کے مساوی ہے یعنی و/۲ جب ع ہے"۔ لیکن یہ صرف جُزءاً صحیح ہے یعنی و/۲ جب ع بوجھ و/۲ کے پیدا کردہ زور کا صرف ایک حصّہ ہے۔ سرسری طور پر دیکھنے سے بھی یہ واضح ہے کہ کڑیوں ۱ ء اور ۲ ء کی ء پر "راست مزاحمتیں" مل کر و/۲ سے زیادہ ہونگی کیونکہ دونوں و/۲ کی راست مزاحمت نہیں کرتیں لیکن و/۲ جب ع، و/۲ سے کم ہے (کیونکہ جب ع لازماً > ۱)۔

واقعہ یہ ہے کہ ۱ ء اور ۲ ء کی راست مزاحمتیں انتصابی بوجھ و/۲ سے اتنی زیادہ ہونی چاہییں کہ خود اُن کے انتصابی اجزائے تحلیلی و/۲ کو سنبھال سکیں یعنی

ت جم ۱ ء ھ + تً جم ۲ ء ھ = (ت + تً) جب ع = و/۲ .... (ا)

لیکن چونکہ ء کے تعادل کے لیے اُن کے اُفقی اجزائے تحلیلی کو ایک دوسرے کو سنبھالنا چاہیے اِس لیے

ت جب ۱ ء ھ = تً جب ۲ ء ھ یعنی ت = تً ...... (ب)

اس طرح (ا) اور (ب) سے ت = و/۴ قم ع = تً .... (ج)

اب دیکھو کہ یہ نتیجہ وہی ہے جو طریقہ ۱ مثال ۱ میں حاصل ہوا ہے۔

یہ غلطی ترسیمی طریقے میں واقع نہیں ہوسکتی (اور یہ طریقہ ۲ کا بڑا فائدہ ہے) اور اِس سے یوں بھی بچ سکتے ہیں اگر اس کتاب میں اختیار کیے ہوئے استدلال سے کام لیں۔ یعنی ت، تً کو تعادل کی بنیادی مساواتوں سے حاصل کریں جو یہ ہونگی۔

زوروں ت، تً کے انتصابی اجزائے تحلیلی کا مجموعہ = انتصابی بوجھ .... (ا)

" " اُفقی " " = اُفقی بوجھ (اگر کوئی ہو)
= ۰ اگر اُفقی بوجھ نہ ہو } .....(ب)

ہر اُس طریقے میں جس میں صاف صاف تعادل کی شرائط بیان نہ کی گئی ہوں غلطی کا احتمال ہے۔ ترسیمی طریقے میں یہ شرائط خود ساخت کے عمل میں پُوری ہوتی ہیں جس کی تکمیل پر عمل کی غلطی آنکھ کو خود نظر آجاتی ہے۔

طریقہ ۲ پر نوٹ — "کثیر الاضلاعی طریقہ" پروفیسر کلارک میکسول[1]

[1] Clerk-Maxwell

کا نکالا ہوا ہے۔ اِس لیے اسے کبھی کبھی "کلارک میکسول کا طریقہ" کہا جاتا ہے۔
اس طریقہ کا بنیادی خیال رینکن[1] کی "اطلاقی میکانیات" (دفعہ ۱۵۰) کے ذیل کے مسئلہ میں پایا جاتا ہے۔
"اگر ایک نقطے سے اشعاعی خطوط ایک کثیر الاضلاعی ڈھانچے کی سلاخوں کے خطوطِ مزاحمت کے متوازی کھینچے جائیں۔ اور کوئی کثیر الاضلاع لیا جائے جس کے زاویے ان اشعاعی خطوط پر ہوں تو یہ کثیر الاضلاع قوتوں کے ایک نظام کو تعبیر کرتا ہے جو ڈھانچے کے جوڑوں پر عمل کر کے تعادل میں ہونگی لیکن عمل اس طرح کریں کہ کوئی خاص قوت کثیر الاضلاع کے جس ضلع سے تعبیر ہوتی ہے اُس کو گھیرنے والے اشعاعی خطوط کے متوازی جو سلاخیں ہیں اُن کے جوڑ پر وہ قوت عمل کرے۔ ان اشعاعی خطوط کے طول اُن کی متوازی سلاخوں کے زوروں کو تعبیر کرینگے۔"

دفعہ ۱۱۳ پر نوٹ ۔ چونکہ کڑیاں عموماً مسلسل ہوتی ہیں اِس لیے بہتر یہ ہوگا کہ ان کو متعدد سہاروں پر سہارے ہوئے "مسلسل شہتیر" سمجھا جائے (یعنی یہ سہارے مگری ٹونڈا، داب روکوں کے سر اور دیوار داسے ہیں)۔ اِس سے کتاب میں بتائے ہوئے عمل میں، اتنا فرق پڑیگا کہ داب روکوں کے ساتھ کڑیوں کے جوڑوں پر دفعات ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۸ میں جو معادل بوجھ معلوم کیے گئے ہیں" اُن کی مقداریں بدل جائینگی۔ اس طرح تمام نتائج یا ضابطے جن میں جوڑوں پر کے معادل بوجھ شریک ہوتے ہیں عددی طور پر بدل جائینگے۔ لیکن ظاہر ہے کہ اصولوں میں نہیں پڑینگے۔
"مسلسل" "سیدھی" اور داب روک والی کڑیوں کی صورت میں یکساں منقسم بوجھ کے تحت جوڑوں پر کے "معادل بوجھ" حسبِ ذیل ہونگے :—
داب روکوں پر کڑیوں کی تنصیف ہو جیسے شکلوں ۱۴، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲ میں تو انتصابی بوجھ کے لیے :—
اَ اور اً پر $\frac{۳}{۳۲}$ و، بَ اور بً پر $\frac{۵}{۱۶}$ و، د پر $\frac{۳}{۱۶}$ و

[1] Rankine

ایک ہی جانب عادی بوجھ کے لیے :۔

اَ اور ی پر $\frac{۳}{۱۶}$ وَ، بَ اور بً پر $\frac{۵}{۱۶}$ وَ

داب روکوں پر کڑیوں کی تثلیث ہو جیسے شکلوں ۱۵، ۲۳، ۲۴، ۲۵ میں تو

انتصابی بوجھ کے لیے :۔

اَ اور اً پر $\frac{۱}{۱۵}$ وَ، بَ، بً، جَ، جً پر $\frac{۱۱}{۶۰}$ وَ، ی پر $\frac{۲}{۱۵}$ و

ایک ہی جانب عادی بوجھ کے لیے :۔

اَ اور ی پر $\frac{۲}{۱۵}$ وَ، بَ اور جَ پر $\frac{۱۱}{۳۰}$ وَ ۔

یہ تحقیقات "مسلسل شہتیروں" کے نظریے میں واقع ہوتی ہے ۔ یہ اعداد صرف یکساں منقسم بوجھ کے لیے درست ہیں۔غیر یکساں بوجھوں سے جیسے کہ ($و_۱$، $وَ_۱$) ہیں علٰحدہ بحث کرنی پڑیگی ۔

جوڑوں پر کے معادل بوجھ کچھ ہی کیوں نہ ہوں زور نقشوں کا "کثیر الاضلاعی طریقہ" اُتنا ہی آسان رہتا ہے ۔ لیکن مثلثی ضابطوں میں جوڑوں پر کے نئے بوجھوں کی ان تکلیف دہ کسروں کی وجہ سے پیچیدگی پیدا ہو جاتی ہے ۔

دفعہ ۱۴۷ کا ضمیمہ

ڈھانچہ اور زور نقشوں کو حروف لگانے کا بوَ (Bow) کا طریقہ

اپنی "ساخت کی معاشیات" میں مسٹر آر۔ ایچ۔ بوَ[1] نے حروف لگانے کا ایک طریقہ نکالا ہے جو پیچیدہ نقشوں کو آسان بنا دیتا ہے۔ اس نظام کے تحت ایک نگاہ میں یہ معلوم کرلیا جا سکتا ہے کہ ڈھانچے کے ایک خاص رُکن کے زور کو "زور نقشے" کا کونسا خط تعبیر کرتا ہے۔ مسٹر بو کہتا ہے کہ "حروف لگانے کی یہ تدبیر اس پر مشتمل ہے کہ قینچی کے اندر کے ہر گھرے ہوئے رقبے سے اور اطراف کے ہر رقبے سے (گھرا ہوا ہو یا نہ ہو) ایک خاص حرف مختص کیا جائے اور "زور نقشے" میں مماثل زاویے یا خطوط کے نقطۂ ارتکاز کو بھی یہی حرف دیا جائے۔ قینچی کا کوئی خطی حصہ یا قینچی کی کسی بیرونی قوت کا خطِ عمل اُن دو نقطوں سے موسوم ہوگا جو اس خط کے دونوں طرف کے رقبوں کو تعبیر کرتے ہیں۔ قوتوں کے نقشے میں مماثل قوت کے سرے انہی دو حرفوں سے موسوم ہونگے"۔ یہ گھرے ہوئے رقبے "باڑے" کہلاتے ہیں۔

شکلوں ۱۸ (اَ) تا ۲۴ (بَ) میں حروف لگانے کا یہی طریقہ بتایا گیا ہے۔
یہ شکلیں، شکلوں ۱۸ (ا) تا ۲۴ (ب) کے مماثل ہیں جن سے بحث کی جا چکی ہے۔

[1] Mr. R. H. Bow

مثال کے طور پر، شکل ۱۸ (اَ) کا باڑا ب سلاخوں ب و، ب اً، ب اَ سے گھرا ہے ۔ ان کے زور شکل ۱۸ (بَ) میں انہی ناموں ب و، ب اً، اور ب اَ سے تعبیر کیے گئے ہیں۔

نیز اُس نقطہ پر غور کرو جس پر باڑے و، اَبَ اور اً ملتے ہیں اور جس کو لفظ (و، اَبَ، اً) کہا جا سکتا ہے ۔ اس نقطے پر ملنے والے زور و اً، اً بَ، بَ و ہونگے اور زور نقشہ شکل ۱۸ (بَ) میں بھی یہ زور انہی ناموں سے موسوم ہونگے ۔ اسی طرح سے ہر ڈھانچے کے لیے۔

پُلوں پر ہوا کے دباؤ پر نوٹ

۱۸۷۹ء میں ہوا کے ایک طوفان سے ٹے (Tay) پُل کی تباہی تک ہوا کے دباؤ کے مسئلے نے انجینیروں کی اتنی توجہ نہیں حاصل کی تھی جس کی ضرورت ہے - گذشتہ صفحات میں جو طریقہ بیان ہُوا ہے (یعنی یہ کہ ایک مفروضہ دباؤ فی مربع فٹ لے کر اُسے تعمیر کے سطحی رقبے سے ضرب دیں) وہ اگرچہ چھوٹی اور سادہ شکل کی تعمیروں میں قابل اطمینان نتائج دیتا ہے لیکن لمبے فصلوں کے لمبے پُلوں پر تیز ہواؤں کے اثر کا تخمینہ کرنے کے لیے کافی نہیں - اس دباؤ کی اضافی اہمیت ذیل کے تخمینے سے ظاہر ہے جو سر - بی - بیکر[1] نے فورتھ[2] پل کے صدر ارکان کے اعظم زوروں کا مختلف قسم کے بوجھوں کے تحت کیا ہے :-

اعظم زور	مُردہ بوجھ کی وجہ سے	....	۲۲۸۲ ٹن
"	زندہ "	....	۱۰۲۲ "
"	ہوا "	....	۲۹۲۰ "
"	مجموعی "		۶۲۲۴ "

---

[1] Sir B. Baker

[2] Forth Bridge

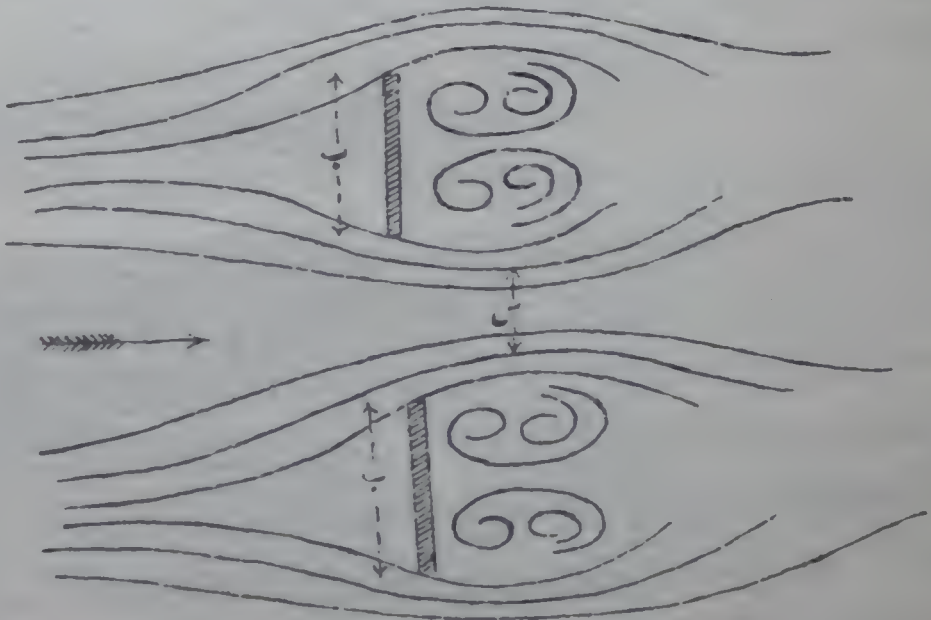
یہ ظاہر ہے کہ اس کتاب میں جس قاعدہ کا ذکر کیا گیا ہے (یعنی مفروضۂ دباؤ کی حدّت × رقبہ) اُس کے کوئی خاص معنے نہیں ہو سکتے جب تک کہ ہوا کے زیرِ عمل رقبے کی تعیین نہ کی جائے کیونکہ ایک انجینیر اس رقبے کو صرف "ارتفاع میں نظر آنے والا" رقبہ لے سکتا ہے اور دُوسرا "موثر زیرِ عمل رقبہ" لے کر گزشتہ رقبے کا دوگنا چوگنا تک لے سکتا ہے۔ اِس مسئلے کی بحث اب تک غیر مکمل ہے اور پُلوں کی ٹھیک ٹھیک اصولوں پر تجویز کے لیے بہت سے تجربات کی ضرورت ہے۔ یہاں فڈلر[1] کی کتاب "پُلوں کی تعمیر پر علمی مقالہ" کے (جس میں مضمون پر پوری طرح بحث کی گئی ہے) باب ۲۴ سے حال کے کچھ تجربات نقل کیے جاتے ہیں۔

صفحہ[2] پر فڈلر دکھاتا ہے کہ جب ایک جسم ہوا کی قوت کے زیرِ عمل ہو تو اُس پر دباؤ صرف ہوا کی طرف والے رُخ سے نہیں بلکہ بادپُشت اور بازوؤں سے بھی پیدا ہوتا ہے۔ ہوا کا دھارا جب ایک چپٹی سطح پر ٹکراتا ہے تو دراصل اس کا انصراف کچھ اس طرح ہوتا ہے جیسا کہ ساتھ والی شکل میں دکھایا گیا ہے۔

ب

ب

ب

[1] Mr. Claxton Fidler [2] انگریزی کتاب صفحہ ۲۰۶

اس طرح ہوا کی طرف والے رُخ پر دباؤ بہاؤ کے خطوط کے تحدّب کی وجہ سے ہوتا ہے اور بادپُشت کی طرف انہی خطوط کا تقعر ایک منفی دباؤ یا اضافی خلا پیدا کرتا ہے۔
دوبوا[1] اور تھی بالٹ[2] کی رائے کے مطابق ہوا یا پانی کے ایک بہتے ہوئے دھارے کا مجموعی دباؤ کسی ثابت جسم پر اُس مزاحمت سے خاصا زیادہ ہوتا ہے جو ساکن سیال اسی رفتار کے متحرک جسم کی کرتا ہے۔ لیکن دونوں صورتوں میں سامنے کے رُخ پر کا دباؤ مجموعی قوت کا صرف دو تہائی ہوتا ہے۔ باقی ایک تہائی پچھلی سطح پر کے منفی دباؤ کی وجہ سے ہوتا ہے۔ لیکن یہ صرف پتلی تختی کی صورت میں صحیح ہے۔ اگر کسی اور تناسب کا مستطیلی جسم لیا جائے تو دوبوا اور دوشمین[3] کے تجربات سے معلوم ہوتا ہے کہ سامنے کے رُخ پر دباؤ وہی رہیگا اور پیچھے کا منفی دباؤ تختی کی موٹائی کو بڑھانے سے یا تختی کے طول کو ہوا کے دھارے کی سمت میں بڑھانے سے گھٹ جائیگا۔ اس طرح مجموعی قوت تختی کے ابعاد پر منحصر ہے۔ اگر پتلی تختی پر کے موثر دباؤ کو اِکائی لیا جائے تو ایک مکعب کے اوپر دباؤ ۰۸۰ء۰ پایا گیا ہے۔ اگر منشور کا سرا ہوا کے مقابل ہو تو دو قطروں کے طول کے منشور پر دباؤ ۰ء۷۲ ہوتا ہے اور گھٹ کر تین قطروں کے طول کے لیے اقل قیمت ۰ء۷۱ اختیار کرتا ہے۔ اگر منشور کا طول اس سے زیادہ ہو تو دباؤ کی قدر بڑھ جاتی ہے جس کی وجہ غالباً منشور کے پہلوؤں کی جلدی رگڑ ہے۔
مثلاً فرض کرو کہ ایک پُل دو متوازی تختی دار گرڈروں کا بنا ہوا ہے۔ اگر گرڈر باہم ملے ہوئے نہ ہوں تو ہوا کی طرف والے گرڈر کو پتلی تختی سمجھ کر اُس پر ہوا کے پورے دباؤ کا حساب لگانا پڑیگا اور بادپُشت گرڈر کو ایک اور پتلی تختی سمجھ کر اُس پر دباؤ معلوم کرنا پڑیگا (اس گرڈر پر دباؤ کم ہوگا اور یہ کمی گرڈروں کے درمیانی فاصلے پر منحصر ہوگی)۔ اگر گرڈروں کے زیرین سرے مسلسل فرش کے ذریعے ملے ہوں تو ساری تعمیر پر دباؤ فرش کی موجودگی کی وجہ سے بڑھ جائیگا۔ لیکن کبھی کبھی یہ فرض کیا جاتا ہے کہ فرش کے اوپر کی جلدی رگڑ کی کسی قدر یا پوری پوری تعدیل ہو جاتی ہے۔ اگر گرڈر

---

[1] Du Buat [2] Thibault [3] Duchemin

اوپر بھی اور نیچے بھی مسلسل تختیوں کے ذریعے ملے ہوں جیسا کہ برٹینیا پل میں ہے تو ساری تعمیر پر ہوا کا دباؤ نہ صرف دونوں گرڈروں کے مجموعی دباؤ سے کم ہوگا بلکہ ایک اکیلے گرڈر سے بھی کم ہوگا۔

اگر ریل کے ایک ڈبے کی قائمیت کا حساب لگانے پر معلوم ہو کہ اُس کے رقبے پر ۳۰ پونڈ فی مربع فٹ کا دباؤ اُس کو اُلٹانے کے لیے درکار ہے تو اُس کے اُلٹنے کے لیے ہوا کا دباؤ پتلی تختی پر تقریباً $\frac{۳۰}{۰٫۸} = ۳۷٫۵$ پونڈ فی مربع فٹ ہوگا۔

اگر ایک دیوار علیحدہ کھڑی ہو تو اس پر ہوا کا دباؤ اس صورت سے کہ یہ دیوار ایک مکان کی ہو اور ہوا کے رُخ پر ہو، ذیل کی طرح پر مختلف ہوتا ہے۔ پہلی صورت میں منفی دباؤ کا پورا اثر بادپشت جانب محسوس ہوتا ہے، لیکن دوسری صورت میں ایسا کوئی اثر نہیں۔ اس طرح دوسری صورت میں موثر دباؤ بقدر ایک تہائی کے گھٹ جاتا ہے۔ مثلاً اگر ایک خاص مکان کی کھڑکیوں کو توڑنے کے لیے ۳۰ پونڈ فی مربع فٹ کا یکساں دباؤ درکار ہو تو ایک طوفان سے اِن کھڑکیوں کا ٹوٹنا ہوا کا دباؤ $۳۰ + \frac{۱}{۲} \times ۳۰ = ۴۵$ پونڈ فی مربع فٹ ایک پتلی تختی پر ظاہر کریگا۔

ایک جالی کے اوپر ہوا کے دباؤ کا تصور فڈلر[1] کے نزدیک حسبِ ذیل ہے (دیکھو پارہ ۲۶۲ صفحہ[2]):۔

ہوا کے دھارے کی جو شکل اُوپر دی گئی ہے اُس سے ظاہر ہوگا کہ ایک جالی کے اوپر ہوا دباؤ فریم کے پورے رقبے منفی "منقبض وریدوں" کے متحدہ رقبے کے متناسب ہے۔ مثلاً اگر جالی کی ہر سلاخ کی چوڑائی ب ہو جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے تو موثر دباؤ ظاہر ہے کہ اُس سے زیادہ ہوگا جو سلاخوں ب کو ملا کر رکھنے سے ہوتا۔ اور اگر ہوا کا دباؤ د فی مربع فٹ ہو، گرڈر کا پورا رقبہ س، کشادگیوں کا متحدہ رقبہ صہ اور ک تقصر کی قدر (اس طرح کہ ک صہ = س = ہوا کے دھارے کی "منقبض ورید" کی چوڑائی) تو موثر دباؤ د حسبِ ذیل ہوگا:۔

$$د = د \ (س - ک \ صہ)$$

---

[1] Mr. Claxton Fidler [2] انگریزی کتاب صفحہ ۴۰۹

یہ گاؤ دارڈ[1] کا ضابطہ ہے جس کا بیان ہے کہ دابوسن[2] کی رائے کے مطابق ک کی قیمت چھوٹے منفذوں کے لیے ۰٫۶۵ ہوگی لیکن غالباً تغیر: سطح کی نسبت کے ساتھ معکوس طور پر بدلیگی۔

فڈلر یہ بھی کہتا ہے کہ جس طرح ایک لچکدار سلاخ یا شہتیر کی صورت میں دفعتاً لگائے ہوئے بوجھ کا اثر آہستہ لگائے ہوئے بوجھ کے اثر سے دوگنا ہوتا ہے اور یہ اثر بوجھ کے لگانے کی شرح کے ساتھ بدلتا ہے۔ اسی طرح اگر ہوا ایک قائم دباؤ د کے ساتھ چل رہی ہو۔ اور دفعتاً دباؤ د + معف د ہو جائے تو جو زور پیدا ہوگا وہ د + ۲ معف د کے متناسب ہوگا۔ اور وہ ہوا کے جھکڑوں سے پیدا ہونے والے زوروں کے لیے ذیل کا ضابطہ دیتا ہے:—

د = اعظم د + عا (اعظم د - د)

جہاں د قائم دباؤ ہے جو جھکڑ سے پہلے ہو۔ اور عا ایک قدر ہے جو ایک سے کم ہے۔ بادپیماؤں پر طوفان کے وقت جو بہت زیادہ دباؤ ظاہر ہوتا ہے وہ جھکڑ کے دفعتاً آنے کی وجہ سے زیادہ ظاہر ہوتا ہے۔

ٹے (Tay) پل کی تباہی کے بعد ایوان تجارت نے ہوا کے دباؤ کے مسئلے پر غور کرنے کے لیے جو کمیٹی مقرر کی تھی اُس کی سفارشات کا خلاصہ فڈلر نے یہ دیا ہے:-

(۱) ایک اعظم دباؤ (۵۶ پونڈ فی مربع فٹ) کے لیے تیار رہنا چاہیے۔

(۲) موثر رقبہ سامنے کی سطح کے ایک گنے سے دوگنے تک لیا جائے بمطابق اس کے کہ جالی دار گرڈر میں کتنی کشادگی ہے۔

(۳) آہن کاری کے لیے سلامتی کی قدر ۴ اور سارے پل کے لیے بحیثیت ایک اُلٹنے والی واحد کمیت کے، قدر سلامتی ۲ لی جائے۔

---

[1] M. Gaudard

[2] D'Aubuisson

چھتوں پر ہوا کے دباؤ پر نوٹ

ہوا کے دباؤ کے تجربات بڑی حد تک معلومہ رفتار کے مربیات یا گردش کرنے والی مشینوں پر کیے گئے ہیں ۔ اور یہ مان لیا گیا ہے کہ ان صورتوں میں دباؤ اُن دباؤں کے معادل ہیں جو ہوا ساکن ٹھوسوں پر لگاتی ہے ۔ لیکن تجربے سے معلوم ہوتا ہے کہ ہوا کا ساکن جسم سے تصادم زیادہ دباؤ پیدا کرتا ہے بہ نسبت متحرک جسم کو ہوا کی مزاحمت کے ۔ اور اس کے علاوہ کسی چھت کے اوپر ہوا کے دباؤ کے متعلق بعض باتیں ہیں جو مربیات کی صورت میں درست نہیں ۔

کراسبی[1] نے ظاہر کیا کہ چھتوں پر ہوا کا دباؤ رفتار کے ساتھ مستقیم طور پر بدلتا ہے اور یہ نتیجہ اُس نے محض تجربے سے حاصل کیا ۔ اِس نتیجے میں اہمیت اس لیے پیدا ہو جاتی ہے کہ یہ نتیجہ دوسرے ماہروں کے نتیجے کے مطابق نہیں ۔ اکثر ماہروں کی رائے ہے کہ دباؤ رفتار کے مربع کی طرح بدلتا ہے ۔ ممکن ہے کہ متحرک جسم کے اطراف کی پچکی ہوئی ہوا ایک طرح کی لچکدار گدی کا کام کرتی ہو اور اس کا نتیجہ یہ ہے کہ مربع کے قانون کی تعدیل ہو جائے ۔ پانی میں چلنے والے جہازوں کی صورت میں "سیال پیشانی" سے سب واقف ہیں ۔ تجربے سے معلوم ہوتا ہے کہ اسی طرح کا اثر ہوا میں بھی پیدا ہوتا ہے بلکہ ہوا کی بڑھی ہوئی پچکاؤ کی قابلیت کی وجہ سے کرۂ ہوائی اضافی طور پر پانی کی نسبت زیادہ ابطائی اثر رکھتا ہے ۔ عمارتوں کی دیواروں پر انصرافی اثر کی بحث میں یہ اہم ہے جیسا کہ پُلوں پر ہوا کے دباؤ کے متعلق نوٹ میں بیان ہو چکا ہے ہوا میں متحرک جسم کے پیچھے بھی بھنور واقع ہوتے ہیں جس طرح جہازوں کے

[1] Mr. Crosby

پیچھے ہوتا ہے ۔ ان کا اثر اُلٹا دباؤ پیدا کرتا ہے ۔ یعنی مرمی کی حرکت کی سمت میں۔
یہ باتیں چھت کی صورت میں بہت اثر رکھتی ہیں اور ظاہر کرتی ہیں کہ یہ کافی نہیں
کہ ہوا کسی طرف سے چلے تو صرف سامنے کے رُخ پر کے اثر کا لحاظ کیا جائے۔ باد پُشت
جانب کا دباؤ بھی خاصی اہمیت رکھتا ہے ۔ فرانسس[1] فاکس نے ایک دفعہ بیان کیا کہ
کس طرح سڈنہم[2] کے بلوری محل کی تعمیر کے وقت اندیشہ تھا کہ ایک خاص حصہ
طوفان کے وقت اُڑ جائیگا۔ اور ہُوا یہ کہ اُس حصہ کو تو کوئی نقصان نہیں پہنچا مگر اُسی تعمیر
کے باد پشت جانب کے بعض حصے متاثر ہوئے ۔

اسی مضمون پر پروفیسر کرناٹ[3] کا کام بہت اہم ہے ۔ اُس کا خیال یہ ہے
کہ حالات کے اثر سے ہوا کے دباؤ کی مقدار اور حدّت دونوں بڑی حد تک بدل سکتے ہیں۔
ایک چھت کی صورت میں عمارت کی انتصابی دیوار ہوا کی رَو میں انصراف کرکے دباؤ کو
بڑی حد تک گھٹا دیتی ہے ۔ ایک مستوی سطح بڑے رقبے والی ہو تو اُس کے اُوپر دباؤ یکساں
نہیں ہوتا۔ آگے کے کنارے پر حدّت باد پُشت کنارے کی حدّت سے زیادہ ہوتی ہے
اور اعظم حدّت اوسط سے بقدر ایک تہائی کے زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے۔

پروفیسر کرناٹ کے تجربات زیادہ تر دو نکات سے متعلق تھے۔ ایک تو
دباؤ اور رفتار کا تعلق دُوسرے مختلف شکلوں کے مقیاسوں کا تعین۔
پہلے نکتے پر اُس کے نتائج کچھ زیادہ اطمینان بخش نہیں تھے۔ لیکن کرناسیی کے
تجربات نے دباؤ اور رفتار کے تعلق کو پورے طور پر قایم کر دیا ہے۔

"شکل کے مقیاس" کی تعریف یہ ہے کہ "یہ وہ نسبت ہے جو ایک ٹھوس
جسم کی تراشِ عمودی کے رقبے اور اُس چپٹی تختی کے رقبے کے درمیان ہو
جس پر اسی ہوا کے تحت وہی مجموعی دباؤ ہو"۔

تجربات میں ہوا ایک خاص قسم کے پنکھے سے حاصل کی گئی اور نمونے

---

[1] Mr. Francis Fox, M. I. C. E.

[2] Sydenham

[3] Prof . W. C. Keraot

جھونکے کے مرکز میں رکھے گئے اور اُن پر دباؤ ایک نازک کمانی دار ترازو پر دیکھ لیا گیا۔ "مستطیلی اجسام پر مجموعی دباؤ وہی رہا خواہ وہ اس طرح رکھے گئے ہوں کہ ایک رُخ ہوا کو عمادی ہو یا اس طرح کہ قطر ہوا کی سمت میں ہو۔ یہ مجموعی دباؤ ایسی پتلی چپٹی تختی کے دباؤ کا ۰٫۹۰ پایا گیا جس کا رقبہ مکعب کے ایک رُخ کے مساوی ہو اور مستطیلی اجسام کی صورت میں ۰٫۷ سے ۰٫۹ تک پایا گیا۔ بڑا عدد ایسے کُندے کے لیے پایا گیا جس کا ارتفاع قاعدے کی چوڑائی کے تگنے سے زیادہ تھا۔ ایک مستطیلی مخروط کی صورت میں، جیسا کہ کسی گرجا کا مینار ہوتا ہے، مقیاس ۰٫۸ پایا گیا جس وقت کہ ایک رُخ ہوا پر عمودی تھا۔ قطر ہوا کی سمت میں ہونے پر دباؤ ۲۵ فی صدی زیادہ ہو گیا۔ اُستوانوں کا مقیاس ۰٫۵۲ اور مخروط کا ۰٫۵ حاصل ہوا۔ ہشت پہلو منشور پر اُس کے محیطی اُستوانے کی نسبت ۱۰ فی صد زیادہ دباؤ پایا گیا ہے اور کُرے کا مقیاس ۰٫۳۶، نصف کُروی پیالوں کا مقیاس ۰٫۳۶ اگر تحدب ہوا کی طرف ہو۔ تقعر ہوا کی طرف ہو تو مقیاس ۱٫۱۵"۔ یہ اخیر کا نکتہ اہم ہے کیونکہ اس سے مفید جگہ میں اثر کا اضافہ ظاہر ہوتا ہے۔

۶۰° ڈھال کی چھتوں میں دباؤ ۴۰ فی صد گھٹ گیا۔ ۴۵° ڈھال میں ۸۰ فی صد۔ ۳۰° کے ڈھال میں کوئی قابل مشاہدہ دباؤ نہیں تھا۔ یہ گھٹاؤ دیواروں کے پیدا کیے ہوئے انصراف کی وجہ سے ہیں۔ یہ انصراف اور زیادہ نمایاں ہو جاتا ہے اگر دیوار اولتی سے اوپر ایک منڈیر کی صورت میں اُٹھائی جائے۔

لیکن اگر چھت نیچے سے کھلی ہو تو اُڑان کا اثر سب میں زیادہ نمایاں ہوتا ہے، یہ اثر اوپر کی طرف عمل کرتا ہوا اُس کے مساوی پایا گیا جو ایک مساوی عمادی مستوی پر ہوتا۔ اگر ہوا مخروط یا اُستوانے کے ایک بازو سے نکل جانے سے روکی جائے تو دباؤ تقریباً ۲۰ فی صدی زیادہ ہو جاتا ہے۔

اس طرح ہمارے پاس چھتوں پر ہوا کے دباؤ کے متعلق ذیل کی معلومات ہیں :۔

(۱) دباؤ رفتار کے ساتھ راست بدلتا ہے۔

(۲) ہوا کسی ایک طرف سے چل رہی ہو تو چھت پر بادپشت جانب پر بھنور اور اُس کی وجہ سے اُلٹا دباؤ پیدا کرتی ہے۔

(۳) عمارت کی دیواروں کا اثر یہ ہے کہ ہوا میں انصراف پیدا کرے اور دباؤ کو کم کردے۔

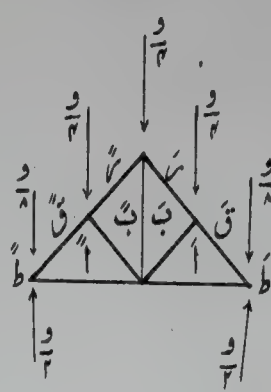
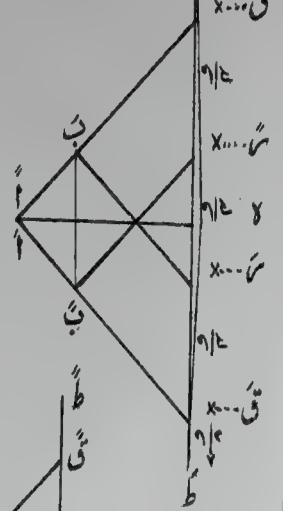
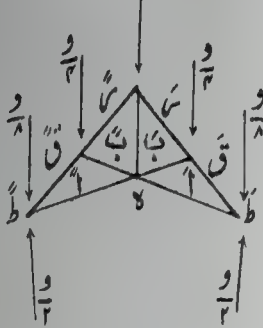
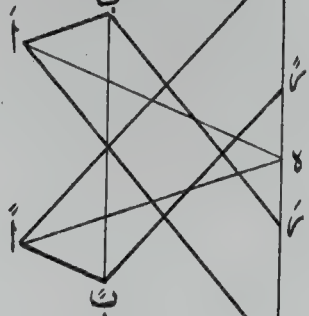
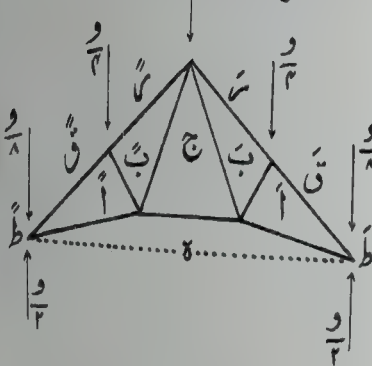
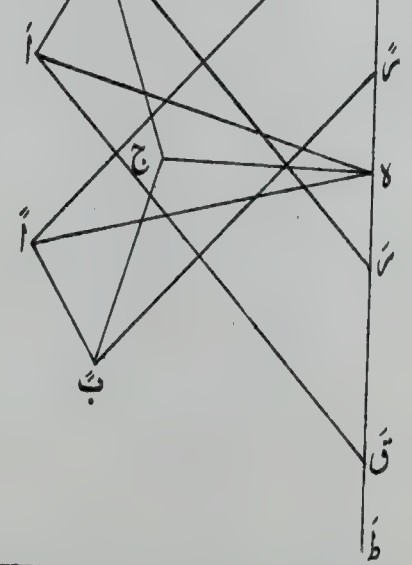
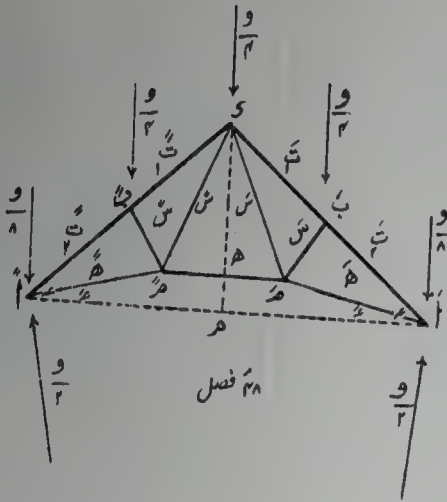
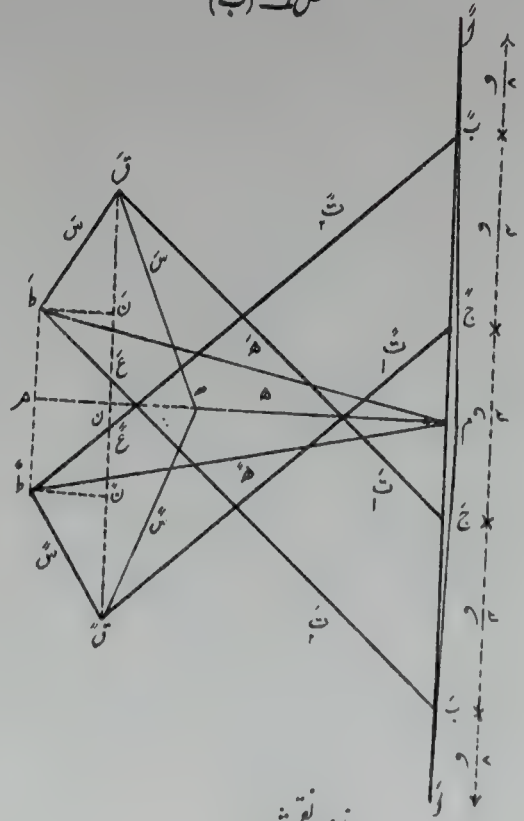
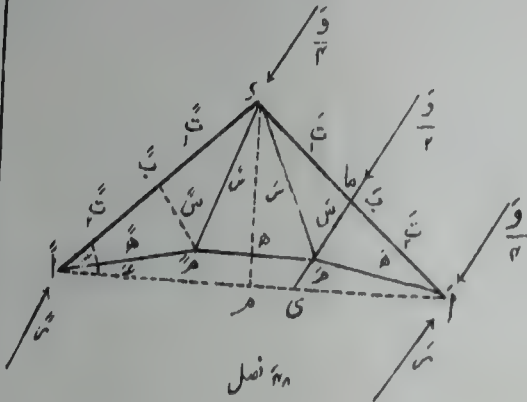
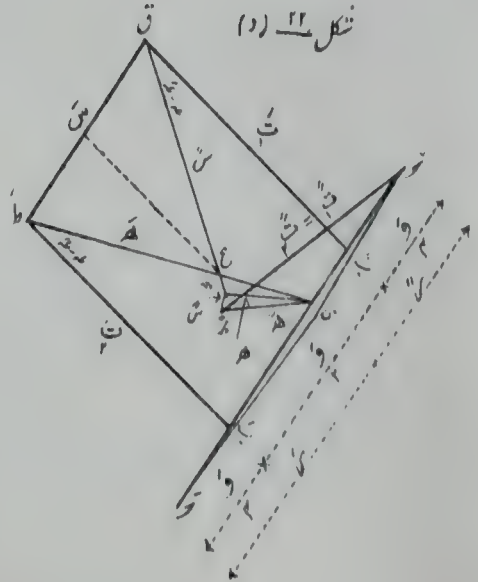
(۴) کھلی عمارت یا سائبان میں یہ اثر بہت بڑھ جاتا ہے۔ اس اثر کی وجہ سے ہوا مستقل بوجھ کے خلاف عمل کرتی ہے۔ اور چھت کے اُن حصّوں کو جو عموماً پچکاؤ میں ہوتے ہیں بندھن بنانے کا تقاضا رکھتی ہے اور اس کے برعکس۔

انگلستان میں جو ضابطہ دباؤ فی مربع فٹ اور رفتار فی گھنٹہ میں تعلق کے طور پر استعمال ہوتا ہے وہ یہ ہے د = ۰ء۰۰۵ $ر^2$ جہاں ر ≡ رفتار۔ اور ایوانِ تجارت کے قواعد ۵۶ پونڈ فی مربع فٹ کے اعظم دباؤ کی رعایت رکھتے ہیں اگرچہ ہماری ریلوں کے بہت سے ڈبے ۳۵ پونڈ فی مربع فٹ سے اُلٹ جائینگے۔ فرانس میں ہوا کا دباؤ ۶۰ پونڈ لیا جاتا ہے امریکہ میں بڑی سطحوں پر ۳۰ اور چھوٹی سطحوں پر ۴۰ سے ۵۰ پونڈ فی مربع فٹ۔ زیادہ سے زیادہ دباؤ جو مشاہدے میں آیا ہے وہ اپریل ۱۸۹۲ء میں ماریشس[1] کی آندھی میں ۶۲ء۷ پونڈ تھا۔

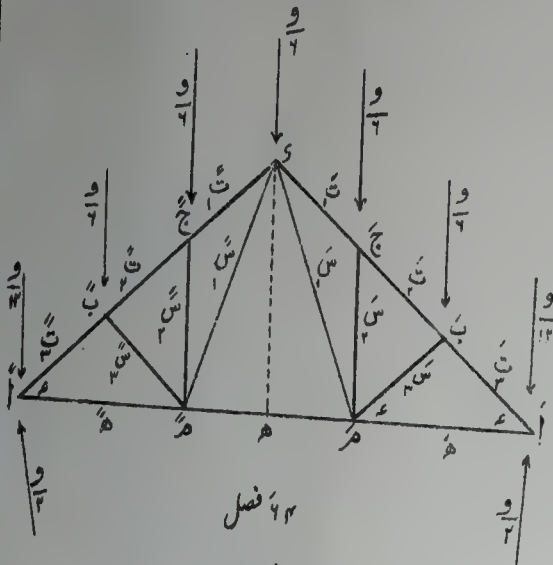
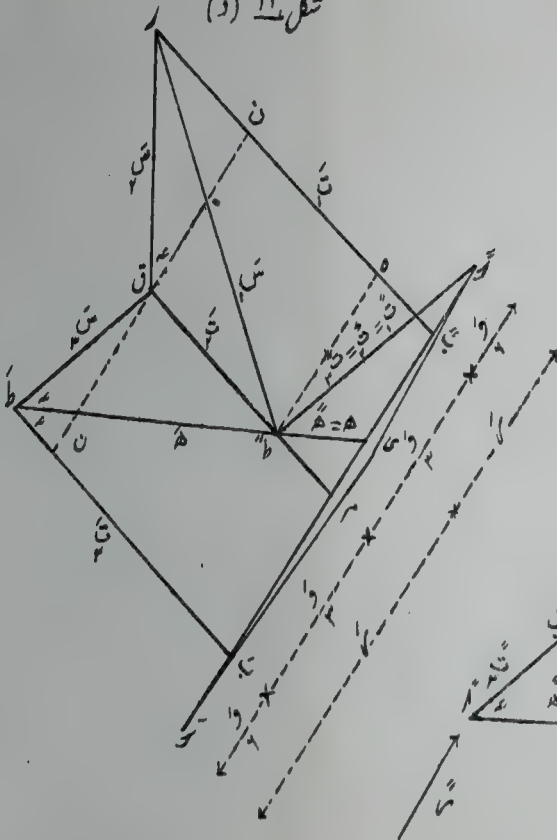
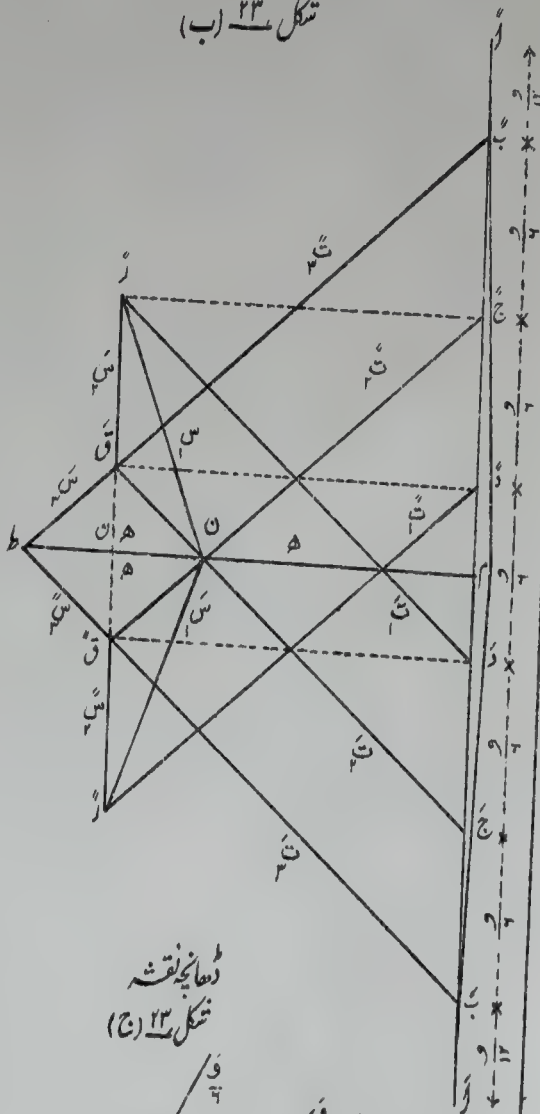
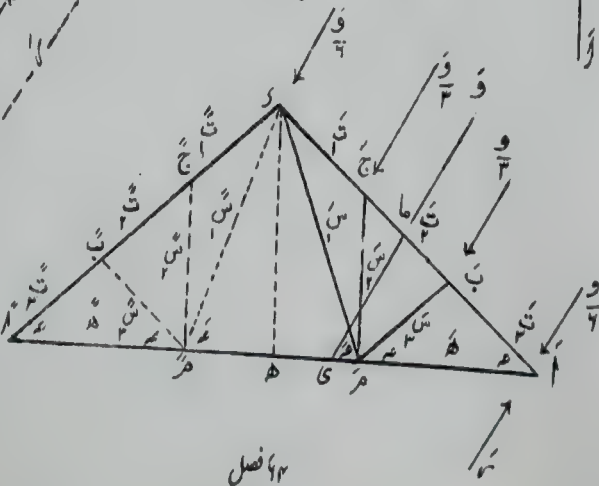
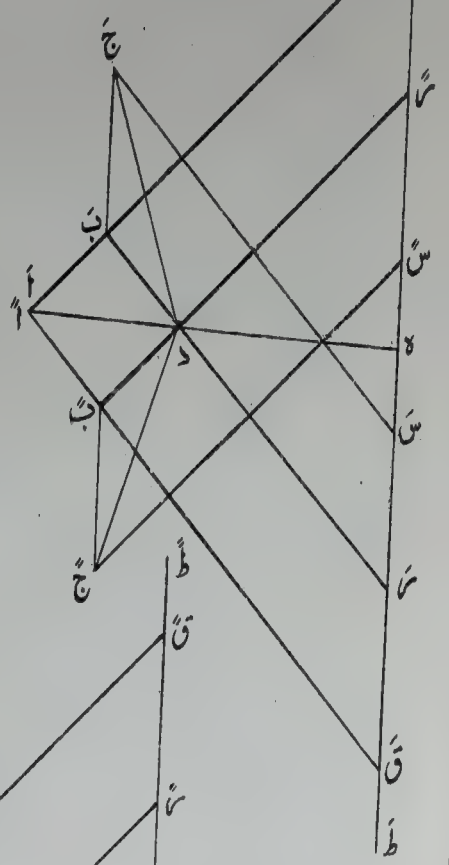
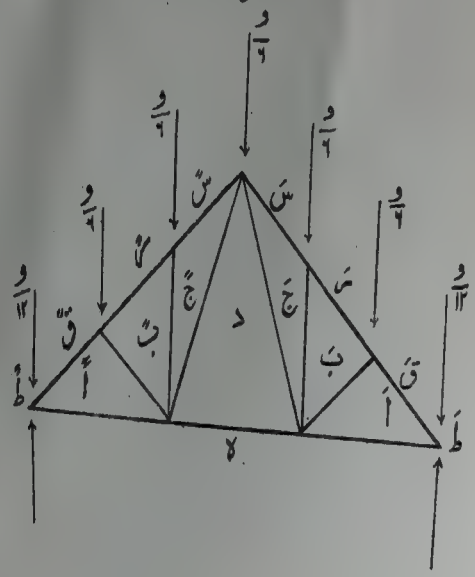
اگر پروفیسر کیمٹ[2] کے تجربات قابلِ اعتماد ہیں تو ۲۰° کے ڈھال تک ہوا کے دباؤ کو نظر انداز کرسکتے ہیں سوائے کھلے سائبان کی صورت کے۔ لیکن اس کی پوری احتیاط کرنی چاہیے (جو عام طور پر نہیں کی جاتی) نیچے کی طرف سے آنے والے دباؤ کا مقابلہ کیا جاسکے۔ مثال کے طور پر جب ہوا زور سے ایک ریل کے سائبان میں چلتی ہے جو تین طرف سے بند ہے اور ہوا کے رُخ کھلا ہے تو ہوا کا تقاضا ہوتا ہے کہ چھت کو بادپشت جانب پر اُٹھائے۔ اور اگر چھت معمولی راج تھم قینچی پر ٹھہری ہوئی ہو تو اُس طرف کے داب روک بندھن بن جانے کا تقاضا رکھتے ہیں، صدر کڑیاں خیدگی کا اور ساری چھت دیوار داسوں سے نکل جانے کا۔ اس کا علاج ظاہر ہے اگرچہ کبھی استعمال نہیں کیا جاتا۔ داب روک اور صدر کے جوڑ کو تسمے سے مضبوط کرنا چاہیے۔ قینچی کو دیوار داسے سے باندھنا چاہیے۔ دیوار داسے کو دیوار میں لنگر کرنا چاہیے۔ اور بادپشت جانب پر قینچی کے ارکان کو جو ہوا کے لیے کھلے ہوئے ہوں ایسا بنانا چاہیے کہ تناؤ اور پچکاؤ دونوں کا مقابلہ کرسکیں۔

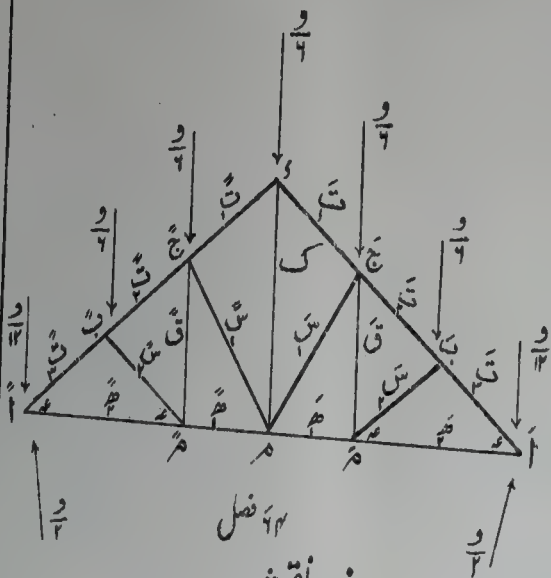
[1] Mauritius

[2] Prof. Kemot

بو کا حروف اندازی کا طریقہ
شکل ۱۹ (ب)
شکل ۱۹ (ا)
شکل ۱۸ (ب)
شکل ۱۸ (ا)
شکل ۲۱ (ا)
شکل ۲۱ (ب)
شکل ۲۲ (ا)
شکل ۲۲ (ب)

پلیٹ (۱)

ڈھانچہ نقشہ
شکل ۲۲ (ا)
زور نقشہ
شکل ۲۲ (ب)
۴۸ فصل
ڈھانچہ نقشہ
شکل ۲۲ (ج)
زور نقشہ
شکل ۲۲ (د)
۴۸ فصل

پلیٹ (۲)

ڈھانچہ نقشہ
شکل ۲۳ (ا)
زور نقشہ
شکل ۲۳ (ب)
۲۴ فصل
زور نقشہ
شکل ۲۳ (د)
ڈھانچہ نقشہ
شکل ۲۳ (ج)
۲۴ فصل

پلیٹ (ب)
بو کا حروف اندازی کا طریقہ
شکل ۲۳ (ا)
شکل ۲۳ (ب)
شکل ۲۴ (ا)
شکل ۲۴ (ب)

ڈھانچہ نقشہ
شکل ۲۴ (ا)

فصل ۶۴

زور نقشہ
شکل ۲۴ (ب)

زور نقشہ
شکل ۲۴ (د)

ڈھانچہ نقشہ
شکل ۲۴ (ج)

فصل ۶۴

ڈھانچہ نقشہ

شکل ۲۵ (و)

۶۴ فصل

زورنقشہ

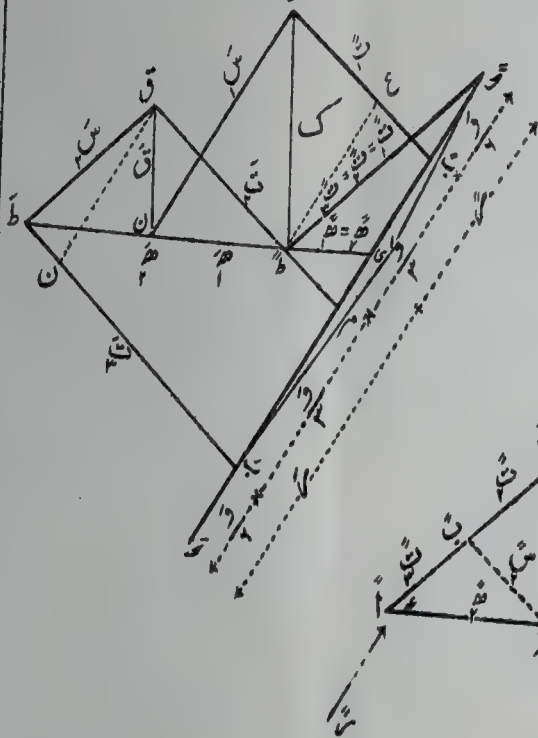
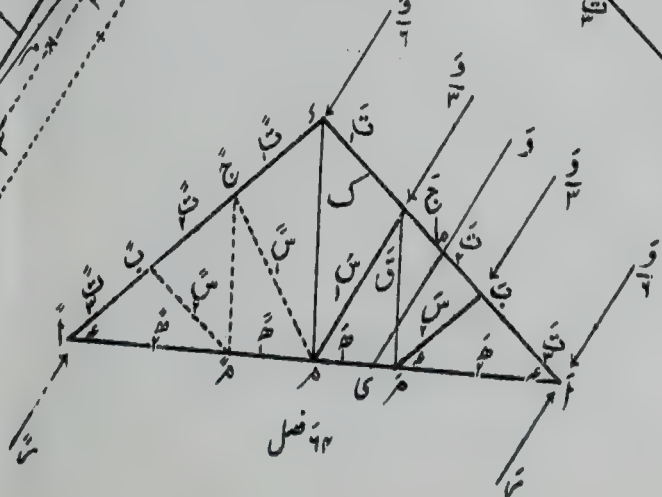
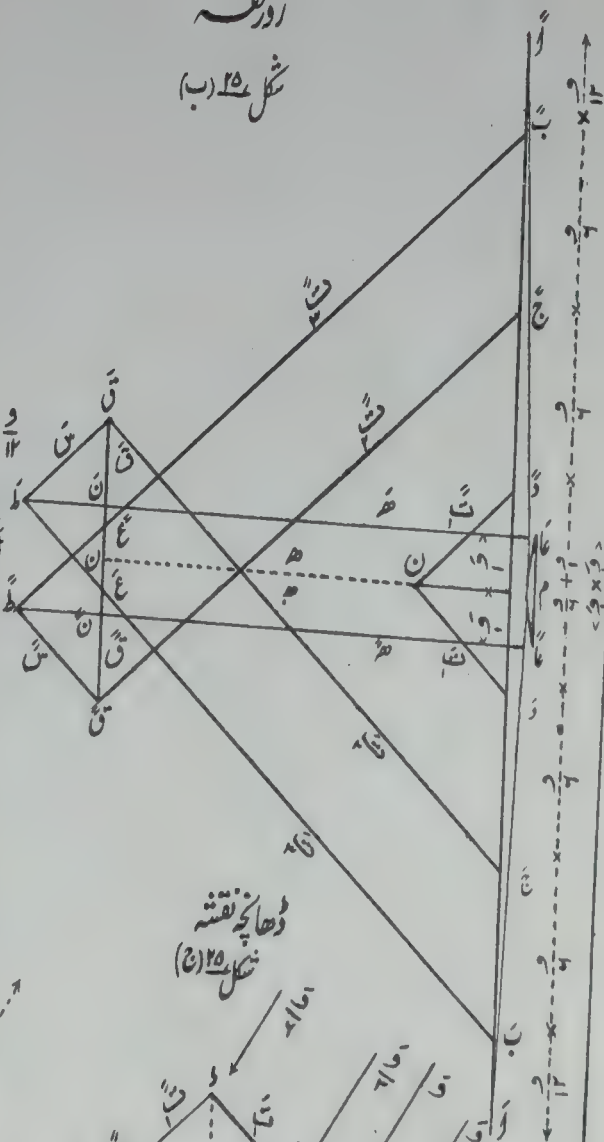
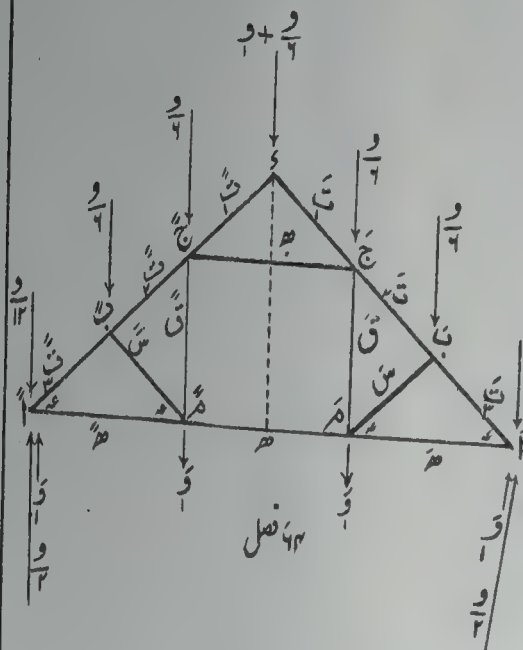
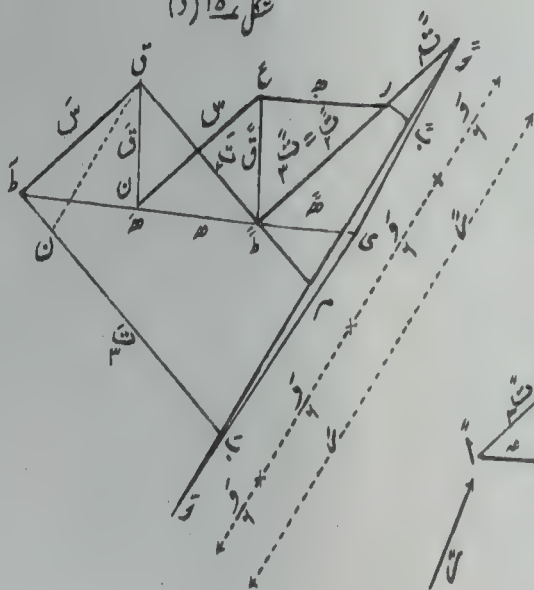
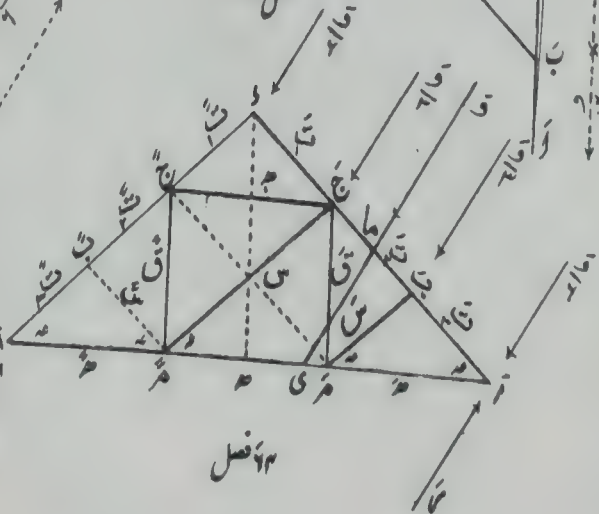
شکل ۲۵ (ب)

زورنقشہ

شکل ۲۵ (د)

ڈھانچہ نقشہ

شکل ۲۵ (ج)

۶۴ فصل

فہرست اصطلاحات

اطلاقی میکانیات

جلد اول ۔ حصہ اول

انگریزی	اُردو
A	
Abutment	پیل پایہ
Active load	عامل بوجھ
Approximation	تقرب
B	
Bar	ڈنڈا
Basalt	باصلط ۔ باسلٹ
Bearing	مسند ۔ ٹیک
Bowstring truss	کمانِ چلّہ قینچی
Bracing	رباط
Breaking strain	شکستی فساد
Break joint	جوڑ شکن
Buckling (or crippling)	جھک جانا یا خم کھانا
Built pillar	ساختہ ستون
Bulging	اُبھر جانا
Buoy chain	بویا زنجیر
C	
Cantilever	بر آمدہ بیرم
Castings	ڈھلوانیں
Closed polygon	بند کثیر الاضلاع
Co-efficient	قدر
Compressibility	فشار پذیری
Compression	پچکاؤ ۔ فشار
Compression flange	فشاری کور
Conjugate	مزدوج
Conservation of energy	بقائے توانائی / توانائی کا تحفظ

اُردو	انگریزی
تقصر	Contraction
تحدب	Convexity
کچل بوجھ	Crushing load
قلمی ساخت	Crystalline structure
	D
مُردہ بوجھ	Dead load
چیڑ	Deal
اِنصرافی لچک	Deflexional elasticity
تفرقی احصا	Differential Calculus
راست کچلاؤ	Direct crushing
مسخ۔ بگاڑ	Distortion
	E
اولتی	Eave
بھنور	Eddy
لچک	Elasticity
ناقصی تراش	Elliptic section
تطول	Elongation
آزمائشی مقدار	Empirical quantity
امتداد پذیری	Extensibility
	F
سلامتی کی قدر	Factor of safety
ناکارگی	Failure
کور	Flange
خم پذیری	Flexibility
خمیدگی۔ خم	Flexure
سیال پیشانی	Fluid prow
شکستگی	Fracture
	G
جالی	Grating
مجموعی بوجھ	Gross load
گردش	Gyration
	H
گزر بلندی	Headway
غیر متجانس ٹھوس	Heterogeneous solid
حلقۂ تناؤ	Hoop tension
ماقوائی شکنجہ	Hydraulic press
ماحرکیات	Hydrodynamics
ماسکونیات	Hydrostatics
	I
مائل بندھن	Inclined ties
فشار ناپذیر	Incompressible
غیر معین	Indeterminate
تکملی احصا	Integral Calculus
متساوی السموت	Isotropic
	J
جوڑ	Joint

انگریزی	اُردو
K	
King-post truss	راج کھم قینچی
Kinking	گتھی پڑ جانا
L	
Laminated	پرتدار
Lateral adhesion	جانبی چپک
Leaf wood	پت لکڑی
Leeward side	بادپشت جانب
Lifting chain	اُٹھائی زنجیر
Loading	لداؤ
Longitudinal stress	طولی زور
Line load	زندہ بوجھ ۔ متحرک بوجھ
Line of action	خطِ عمل
M	
Modulus	مقیاس
Monolith	یک لخت
N	
Notation	ترقیم
O	
Orifice	منفذ
P	
Pantiles	کھپرے
Pen	باڑا
Pile-driving	میخ گاڑنا

انگریزی	اُردو
Pine-wood	صنوبر کی لکڑی
Pliability	ملائمت
Polygon of loads	بوجھوں کا کثیرالاضلاع
Principal rafter	شہ کڑی
Projectiles	مرمیات (واحد مرمی)
Projection	ظلّ ۔ اظلال
Projecting portion	طنفی حصہ ۔ نکلا ہوا حصہ
Puddle steel	اگھل ہلا فولاد
Purlin	پکھاڑی
Q	
Quarrybed	کھدان تہ
Quasi-homogeneous	شل متجانس
R	
Radiator	مشعع
Resilience	بازگشتگی
Ridge pole	مگری ڈنڈا
Rigidity	اُستواری
Rifled gun	چوڑی دار بندوق
Rolled metals	بیلی دھاتیں
Roof truss	چھت قینچی
S	
Set	سٹ ۔ جُٹ

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Shackle	بھنور کلی	Symmetrical	متشاکل
Shearing machine	جزی مشین	**T**	
Span	فصل	Tenacity	استحکام
Spring	کمانی	Terrace	پختہ چھت
Stability	قیام پذیری	Thrust	دھکیل
Stay pin	تھام سوئی	Tie rod	بندھن سلاخ
Stiffness	صلابت	Transverse strain	عرضی فساد (قاطع فساد = مترجم)
Strain	فساد	Truss	قینچی
Straining beam	بالائی بارکش شہتیر	Tubular pillar	نل نما ستون
Straining force	فسادی قوت	**V**	
Straining sill	زیرین بارکش شہتیر۔ بارکش چوکھٹ	Virtual load	مجازی بوجھ
		Vitrified brick	جھانواں اینٹ
Strand	لڑ	**W**	
Strap	تسمہ	Wall plate	دیوار داسا
Strengthening bands	استحکامی بند	Welding	تپا جوڑنا
		Wind gauge	باد پیما
Stress-diagram	زور نقشہ	Working stress	عملی زور
Strut	داب روک	**Y**	
Suspension rod	تعلیقی ڈنڈا	Yielding	مغلوبیت

صحت نامہ

اطلاقی میکانیات

حصّہ اوّل جلد اوّل

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۸	۲،۴	ائل	اٹل	۵۰	۲۰	کھنچی	کھینچی
۱۷	۱	قسمی	قسمتی	۵۶	۱۳	ق	قَ
″	۲۰	مطالعے بعد	مطالعے کے بعد	۵۹	۲۴	دونو	دونوں
۲۲	۲۲	ملامت	علامت	۶۰	۶	ریشے دار	ریشہ دار
۲۶	۹	حصۂ	حصہ	۷۷	۳	بھروسہ	بھروسا
″	۱۱	پیچیدہ	پیچیدہ	″	۲۱	مساں	مسالوں
۳۵	۱۱	ریشے دار	ریشہ دار	۸۷	۱۶	رانڈلٹ	رانڈلے
۴۱	۱۸	: $\frac{\text{م}}{\text{صا}}$	:($\frac{\text{م}}{\text{صا}}$	″	۱۷	گارڈان	گارڈن
۴۵	۱۲	$\frac{\text{ف ت}}{\text{س}}$	$\frac{\text{ف ت}}{\text{س}}$	۹۱	۲۲	ضابط	ضابطہ
				۹۳	۸	ف	ف ک

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۰۵	۱	عر	عس	۱۵۳	۱۲	منتقل	منتقل
″	۶	عر	عس	۱۵۴	۱۳	ڈھانچے	ڈھانچے
۱۱۴	۹	لچپک	لچک	۱۵۸	پیشانی	اخلاقی	اطلاقی
″	فٹ نوٹ	ع	عت	۱۶۳	۲	قطاعہ	قطاعہ
۱۱۵	۲۱	سے	نے	۱۶۹	۹	توتوں	قوتوں
۱۱۶	پیشانی	دباؤ	فساد	۱۷۴	۱۷	ے	سے
۱۲۶	۱۹	ٹرٹڈ	ٹریڈ	۱۸۱	۱۶	کثیرالاضلع	کثیرالاضلاع
۱۴۱	۷	کڑپوں	کڑیوں	۱۹۸	۲	مو	ہو
۱۴۶	پیشانی	کا اجتماع	اکٹھے	۲۱۰	۸	ءل	عمل
۱۵۰	۲	دونور	دونوں	۲۱۷	فٹ نوٹ	۳۰۸	۲ انگریزی کتاب صفحہ ۳۰۸
۱۵۳	۳	تا	تَا	۲۱۸	۳	بدیگی	بدلیگا
″	۶	ص آ)	ص ۶ آ)	″	۵، ۶، ۱۲	دفعتا	دفعتہ
″	۹	ج	جَ	۲۲۰	فٹ نوٹ ۲	Keraot	Kernot

JAMMU & KASHMIR UNIVERSITY LIBRARY No. 5361 Date 25-8-49